

RF plasma etch reactor with internal inductive coil antenna and electrically conductive chamber walls

Publication number: JP2000516405T

Publication date: 2000-12-05

Inventor:

Applicant:

Classification:

- international: **H05H1/46; H01J37/32; H01L21/302; H05H1/46; H01J37/32; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/3065; H05H1/46**

- european: H01J37/32H1D

Application number: JP19990502694T 19980602

Priority number(s): WO1998US11172 19980602; US19970869798 19970605

Also published as:



WO9856027 (A1)

EP0931329 (A1)

US6071372 (A1)

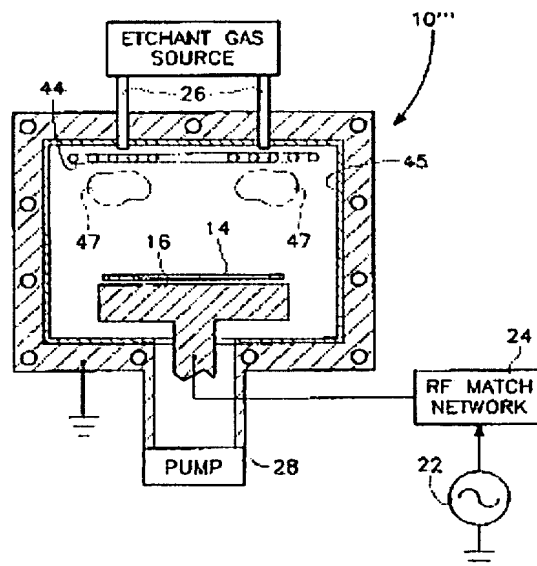
EP0931329 (A0)

Report a data error here

Abstract not available for JP2000516405T

Abstract of corresponding document: **US6071372**

An RF plasma etch reactor having an etch chamber with electrically conductive walls and a protective layer forming the portion of the walls facing the interior of the chamber. The protective layer prevents sputtering of material from the chamber walls by a plasma formed within the chamber. The etch reactor also has an inductive coil antenna disposed within the etch chamber which is used to generate the plasma by inductive coupling. Like the chamber walls, the inductive coil antenna is constructed to prevent sputtering of the material making up the antenna by the plasma. The coil antenna can take on any configuration (e.g. location, shape, orientation) that is necessary to achieve a desired power deposition pattern within the chamber. Examples of potential coil antenna configurations for achieving the desired power deposition pattern include constructing the coil antenna with a unitary or a segmented structure. The segmented structure involves the use of at least two coil segments wherein each segment is electrically isolated from the other segments and connected to a separate RF power signal. The unitary coil antenna or each of the coil segments can have a planar shape, a cylindrical shape, a truncated conical shape, a dome shape, or any combination thereof. The conductive walls are electrically grounded to serve as an electrical ground (i.e. anode) for a workpiece-supporting pedestal which is connected to a source of RF power to create a bias voltage at the surface of the workpiece.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

1. Had Protective Layer Which Forms Some Walls Facing Interior of Dirty Chamber. The dirty chamber to which it is the dirty chamber which has a chamber wall, and this protective layer can prevent sputtering of said chamber wall by the plasma formed within said chamber, Etchant gas fuel injection equipment which can introduce an etchant gas into said interior of said dirty chamber In order to hold the work piece etched Pedestal arranged in said dirty chamber It is arranged in said dirty chamber. Since said plasma is generated in said chamber by inductive coupling, RF energy can be emitted into said etchant gas. RF plasma dirty reactor equipped with the induction coil antenna constituted so that sputtering of the antenna by the plasma may be prevented.
2. Reactor given in the 1st term of claim by which said induction coil antenna has one apparatus structure, and is combined with the source of RF power.
3. Reactor given in the 1st term of claim by which it has two or more segments, and this each segment is electrically isolated from other segments, and said induction coil antenna is combined with separate RF power signal.
4. It is the reactor given in the 3rd term of a claim to which this common power source can supply each RF power signal on different power level and a frequency by said each RF power signal being generated by the common RF power source.
5. Reactor given in the 3rd term of claim to which said each RF power signal is generated by separate RF power source, and this each RF power source can supply RF power signal which has different power level and frequency.
6. said dirty chamber -- (i) dome shape, the (ii) cylindrical shape or (iii) a truncated-cone form, and ** -- the reactor given in the 1st term of a claim which has one configuration.
7. said dirty chamber -- (i) dome shape, the (ii) cylindrical shape or (iii) a truncated-cone form, and ** -- the reactor given in the 1st term of a claim which has the set configuration which consists of at least two inside.
8. The location of said induction coil antenna, a configuration, and the sense are a reactor given in the 2nd term of a claim from which it is chosen so that RF power deposition pattern in said chamber may be adjusted, and said power distribution pattern is made in order to offer the optimal plasma property near the front face of the work piece etched within said chamber.
9. Reactor given in the 8th term of claim used in order that plasma field exceeding said each shielding member may be further equipped with at least one grounded shielding member which can decrease amount of RF power by which inductive coupling was carried out from said induction coil antenna and said each shielding member may adjust further RF power deposition pattern in said chamber to it.
10. The reactor given in the 9th term of a claim said given shielding member is one of the (i) Faraday shield or (ii) conductivity screens.
11. The reactor given in the 8th term of a claim used in order that it may have further the field generator which can generate the blocking field oriented so that the number of the etchant gas ion formed of the plasma which moves between said induction coil antennas and said work pieces might be reduced in said chamber and this field generator may adjust further RF power deposition pattern in said chamber.
12. The reactor given in the 11th term of a claim said given field generator is any of the (i) permanent magnet or the (ii) electromagnet, or one.
13. Said blocking field generated by said field generator is the reactor given in the 11th term of a claim which can be changed so that the number of the etchant gas ion which can move between said induction coil antennas and said work pieces may be adjusted.
14. It is the reactor given in the 3rd term of a claim from which said power distribution pattern is made by

choosing the location of each segment of said induction coil antenna, a configuration, and the sense so that RF power deposition pattern in said chamber may be adjusted so that the optimal plasma property may be offered near the front face of said work piece which receives etching within said chamber.

15. Said RF power signal is a reactor given in the 14th term of a claim separately chosen so that RF power deposition pattern in said chamber may be adjusted further.

16. The reactor given in the 14th term of a claim used in order that the plasma field exceeding said each shielding member may be further equipped with at least one grounded shielding member which can decrease the amount of RF power by which inductive coupling is carried out from at least one of the segments of said induction coil antenna and said each shielding member may adjust further RF power deposition pattern in said chamber to it.

17. The reactor given in the 16th term of a claim said given shielding member is one of the (i) Faraday shield or (ii) conductivity screens.

18. The reactor given in the 14th term of a claim used in order that it may have further the field generator which can generate the blocking field oriented so that the number of the etchant gas ion formed of the plasma which moves among said induction coil antenna segments between at least one and said work pieces might be reduced in said chamber and said field generator may adjust further RF power deposition pattern in said chamber.

19. The reactor given in the 18th term of a claim said given field generator is any of the (i) permanent magnet or the (ii) electromagnet, or one.

20. The reactor given in the 18th term of a claim to which said blocking field generated by said field generator can change between the segment of said at least one induction coil antenna, and said work pieces so that the number of movable etchant gas ion may be adjusted.

21. The reactor given in the 2nd term of a claim in which said induction coil antenna has one configuration among (i) flat form, the (ii) cylindrical shape, a truncated-cone (iii) form, or (iv) dome shape.

22. The reactor given in the 2nd term of a claim which has the set configuration to which said induction coil antenna changes from at least two of (i) flat form, the (ii) cylindrical shape, a truncated-cone (iii) form, or (iv) dome shape.

23. The reactor given in the 3rd term of a claim in which each segment of said induction coil antenna has one configuration among (i) flat form, the (ii) cylindrical shape, a truncated-cone (iii) form, or (iv) dome shape.

24. The reactor given in the 3rd term of a claim in which at least one of two or more segments of said induction coil antenna has the set configuration which consists of at least two of (i) flat form, the (ii) cylindrical shape, a truncated-cone (iii) form, or (iv) dome shape.

25. The reactor given in the 1st term of a claim in which the part of said chamber wall which does not form said protective layer contains the grounded conductive ingredient.

26. The reactor given in the 25th term of a claim in which said protective layer contains [said grounded conductive ingredient] an aluminum oxide including aluminum.

27. The reactor given in the 25th term of a claim in which said protective layer contains a conductive ceramic ingredient.

28. The reactor given in the 25th term of a claim in which said protective layer contains boron carbide.

29. Said pedestal is a reactor given in the 25th term of a claim which has outside surface area smaller enough than the surface area of the inside of the wall of a dirty chamber in order to make it have the negative value in which it is combined with the source of RF power and the maximum of said bias voltage is possible so that said pedestal may generate bias voltage on the front face of said work piece.

30. The reactor given in the 25th term of a claim which said conductive ingredient shows the high heat conductivity, and is used in order that said wall of said dirty chamber may be equipped with the cooling channel which can make the flow of the cooling-medium fluid passing through inside maintain and may maintain the temperature requirement of the above-mentioned [said cooling channel] in said chamber so that heat may be transmitted to a cooling-medium fluid from the interior of said chamber.

31. The reactor given in the 1st term of a claim which said etchant gas fuel injection equipment is equipped with the injection gas inlet arranged in the interior of said wall of said dirty chamber, and is arranged by said inlet approaching the field in said chamber which shows comparatively high power deposition.

32. The reactor given in the 1st term of a claim in which said conductive coil antenna contains a conductive ceramic ingredient.

33. The reactor given in the 1st term of a claim in which said conductive coil antenna contains boron carbide.

34. The reactor given in the 1st term of a claim which said induction coil antenna equips with the core formed with the metal, and the outer jacket fabricated with the conductive ceramic ingredient.
35. The reactor given in the 34th term of a claim in which said conductive ceramic ingredient contains boron carbide.
36. The reactor given in the 1st term of a claim which it has [reactor] the tube structure which said induction coil antenna equips with the interior of hollow, and can make the flow of the cooling-medium fluid with which the channel formed of said interior of hollow passes along inside so that said antenna may be maintained in the above-mentioned temperature requirement maintain.
37. Dirty chamber which has a chamber wall Etchant gas fuel injection equipment which can introduce an etchant gas into said interior of said dirty chamber Pedestal arranged in said dirty chamber in order to hold the work piece etched RF plasma dirty reactor equipped with the induction coil antenna which has one apparatus structure, is arranged in said dirty chamber, emits RF energy into said etchant gas, and generates the plasma by inductive coupling.
38. The location of said induction coil antenna, a configuration, and the sense are a reactor given in the 37th term of a claim which is put together and generates the above-mentioned optimal plasma property near the front face of the work piece which receives etching within said chamber and which forms specific RF power deposition pattern in said chamber.
39. It is the reactor given in the 38th term of a claim used by having further at least one grounded shielding member which can decrease the amount of RF power from said induction coil antenna by which inductive coupling is carried out to the plasma field exceeding said each shielding member in order that said each shielding member may support formation of specific RF power deposition pattern in said chamber.
40. The reactor given in the 38th term of a claim used in order that it may have further the field generator which can generate the blocking field oriented so that the number of the etchant gas ion formed of the plasma which moves between said induction coil antennas and said work pieces might be reduced in said chamber and said field generator may support formation of specific RF power deposition pattern in said chamber.
41. Said blocking field generated by said field generator is the reactor given in the 40th term of a claim which can be changed so that the number of the etchant gas ion which can move between said induction coil antennas and said work pieces may be adjusted.
42. The reactor given in the 37th term of a claim in which said induction coil antenna has one configuration among (i) flat form, the (ii) cylindrical shape, a truncated-cone (iii) form, or (iv) dome shape.
43. The reactor given in the 37th term of a claim which has the set configuration to which said induction coil antenna changes from at least two of (i) flat form, the (ii) cylindrical shape, a truncated-cone (iii) form, or (iv) dome shape.
44. Dirty Chamber Which Has Chamber Etchant Gas Fuel Injection Equipment Which Can Introduce Etchant Gas into Said Interior of Said Dirty Chamber In Order to Hold Work Piece Etched Pedestal arranged in said dirty chamber It has the induction coil antenna equipped with two or more segments arranged in said dirty chamber. It is RF plasma [which said segment can emit RF energy into said etchant gas, and can generate the plasma within said chamber by inductive coupling by being electrically isolated from other segments and combining said each segment with separate RF power signal] dirty reactor.
45. The reactor given in the 44th term of a claim by which each RF power signal is generated by the common RF power source, and said common power source can supply different power level and a frequency to each RF power signal.
46. RF Power Signal Which Has Power Level from which Said Each RF Power Signal is Generated by Separate RF Power Source, and Said Each RF Power Source Differs, and Frequency
The reactor given in the 44th term of a claim which can be supplied.
47. The reactor given in the 44th term of a claim together put so that specific RF power deposition pattern in said chamber with which the location of each segment of said induction coil, a configuration, and the sense generate the above-mentioned optimal plasma property near the front face of the work piece which receives etching within said chamber might be formed.
48. Said RF power signal is a reactor given in the 47th term of a claim separately chosen so that formation of specific RF power deposition pattern in said chamber may be supported.
49. The reactor given in the 47th term of a claim used in order that it may have further at least one grounded shielding member which can decrease the amount of RF power by which inductive coupling was carried out to the plasma field which exceeds said each shielding member from at least one among the segments of said induction coil antenna and said each shielding member may support formation of specific RF power

deposition pattern in said chamber.

50. The reactor given in the 47th term of a claim used in order that it may have further the field generator which can generate the blocking field oriented so that the number of the etchant gas ion formed of the plasma which moves among said induction coil antenna segments between at least one and said work pieces might be reduced in said chamber and this field generator may support formation of specific RF power deposition pattern in said chamber.

51. The reactor given in the 50th term of a claim which can be changed so that the number of etchant gas ion with which said blocking field generated by said field generator can move between said at least one induction coil antenna segment and said work piece may be adjusted.

52. The reactor given in the 44th term of a claim in which each segment of said induction coil antenna has one configuration among (i) flat form, the (ii) cylindrical shape, a truncated-cone (iii) form, or (iv) dome shape.

53. said induction coil antenna -- the reactor given in the 44th term of a claim which has the set configuration to which one segment changes from at least two of (i) flat form, the (ii) cylindrical shape, a truncated-cone (iii) form, or (iv) dome shape even if few.

54. It is the Approach of Etching Work Piece Held in RF Plasma Dirty Reactor. It is the step which uses the dirty chamber which has the chamber wall equipped with the protective layer which forms some walls facing the interior of said dirty chamber. The step to which said protective layer can prevent sputtering of said chamber wall by the plasma formed within said chamber, Step which introduces an etchant gas into the interior of said dirty chamber In order to hold the work piece etched The step which uses the conductive pedestal arranged in said dirty chamber, The plasma is generated in said chamber by inductive coupling using the induction coil antenna arranged in said dirty chamber. The etching approach of being the step which emits RF energy into said etchant gas, and having the step constituted so that said induction coil antenna may prevent sputtering of the antenna by the plasma.

55. The method given in the 54th term of a claim of having further the step which combines said pedestal with the source of RF power, and having outside surface area smaller enough than the surface area of the inside of the wall of said dirty chamber so that said pedestal may have the negative value in which the maximum of said bias voltage is possible so that bias voltage may be generated on the front face of said work piece.

56. Amount of Power by Which Inductive Coupling is Carried Out into Said Chamber is Adjusted by Adjusting Amount of RF Power Supplied at Said Induction Coil Antenna. The amount of the power by which capacity coupling is carried out into said chamber is adjusted by adjusting the amount of RF power supplied to said pedestal. Said amount of inductive coupling and RF power by which capacity coupling is carried out The approach given in the 55th term of a claim adjusted while ignition and continuation of the plasma within said chamber have been possible so that said reactor can operate over a large pressure range since said plasma aforementioned etchant species composition is made and.

57. an approach given [equipped with the step which introduces gas from the inlet arranged in the interior of the wall of said etching chamber in the location where said step which introduces said etchant gas approached the field in said chamber which is comparatively alike and shows high power deposition] in the 54th term of a claim.

58. It is the approach of etching the work piece held in RF plasma dirty reactor. Step which uses the dirty chamber which has a chamber wall, Step which introduces an etchant gas into the interior of said dirty chamber The etching approach of having the step which emits RF energy into said etchant gas since the plasma is generated in said chamber by inductive coupling using the induction coil antenna of the one apparatus structure arranged in said dirty chamber.

59. The method given in the 58th term of a claim of having further the step which generates the above-mentioned plasma property near the front face of said work piece which receives etching by forming specific RF power deposition pattern in said chamber using the combination of the location of said induction coil antenna, a configuration, and the sense.

60. The approach given in the 59th term of a claim that said step which forms specific RF power deposition pattern in said chamber is equipped with the step using said at least one grounded shielding member which can reduce the amount of RF power by which inductive coupling is carried out to the field of the plasma exceeding each shielding member from said induction coil antenna.

61. The method given in the 59th term of a claim of having the step to which said step which forms specific RF power deposition pattern within said chamber generates the blocking field oriented so that the number of the etchant gas ion formed of the plasma which moves between said induction coil antennas and said work

pieces might be reduced in said chamber.

62. The method given in the 61st term of a claim of having further the step which changes said blocking field so that the number of the etchant gas ion which can perform migration between said induction coil antennas and said work pieces may be adjusted.

63. It is the Approach of Etching Work Piece Held in RF Plasma Dirty Reactor. Step Which Uses Dirty Chamber Which Has Chamber Wall, The step which introduces an etchant gas into the interior of said dirty chamber, An induction coil antenna equipped with two or more segments arranged in said dirty chamber is used. It is the etching approach which is the step which emits RF energy into said etchant gas since the plasma is generated in said chamber by inductive coupling, and each segment is electrically isolated from other segments, and is combined with separate RF power signal.

64. The method given in the 63rd term of a claim of having further the step which generates the above-mentioned plasma property near the front face of said work piece which receives etching by forming specific RF power deposition pattern in said chamber using the combination of the location of each segment of said induction coil, a configuration, and the sense.

65. The approach given in the 64th term of a claim said step which forms specific RF power deposition pattern in said chamber has the step which sets up the level of said RF power signal separately.

66. The approach given in the 64th term of a claim said step which forms specific RF power deposition pattern in said chamber has a step using said at least one grounded shielding member which can reduce the amount of RF power by which inductive coupling is carried out to the field of the plasma exceeding each shielding member from at least one of the segments of said induction coil.

67. An approach given [equipped with the step to which said step which forms specific RF power deposition pattern within said chamber generates the blocking field oriented and carried out so that the number of the etchant gas ion formed of the plasma which moves between at least one and said work pieces of said induction coil antenna segment might be reduced in said chamber] in the 64th term of a claim.

68. The approach given in the 67th term of a claim further equipped with the step which changes said blocking field so that the number of the etchant gas ion which can perform migration between said at least one induction coil antenna segment and said work pieces may be adjusted.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

It has an internal induction coil antenna and a conductive chamber wall. Background of RF plasma dirty reactor invention Technical field This invention relates to a reactor which uses an internal induction coil antenna and a conductive chamber wall for a detail more about RF plasma dirty reactor.

Background technique Present shows the usual inductively-coupled-plasma dirty reactor available type to drawing 1. This reactor has the vacuum chamber 10 surrounded by the induction coil 12. Usually, the work piece 14 which is a semiconductor wafer is supported inside the chamber 10 on a pedestal 16. In order to offer RF power in a chamber, the induction coil antenna 12 is wound around the outside of a chamber 10, and it connects with the (radio frequency RF) power generator 18 through the impedance-matching network 20.

Furthermore, it is used, in order that it may connect with a pedestal 16 and the bias RF power generator 22 and the related impedance matching circuit 24 may apply bias to a work piece 14. The chamber wall 30 consists of electrical insulation materials which are usually a quartz or a ceramic so that attenuation of RF power combined in a chamber 10 may be minimum-ized. the bottom of the insulating chamber wall 30 -- a conductor -- there is a part of chamber 34 made from the sex ingredient, and the pedestal 16 is surrounded. this conductor -- the sex part 34 is grounded and is functioning as a gland for RF power supplied to a pedestal 16. moreover, the cooling channel 32 -- a conductor -- it is formed in the sex part 34. A cooling-medium fluid is fed through a channel 32, and it carries away heat from the interior of a chamber 10 so that it may be maintained by specific level with chamber temperature desirable in the etching process performed. It is cooled by the principle same as the exterior of the chamber wall 30. However, since it is not easy to fabricate insulating materials, such as a quartz and a ceramic, with an internal cooling channel, the external surface of a wall 30 is usually cooled by the forced air convecting method. An etchant gas is introduced into a chamber 10 through the gas injection port 26. A vacuum pump 28 exhausts a chamber 10 to request chamber **.

At the time of actuation, an etchant gas is introduced into the interior of a chamber 10, and the plasma is generated within a chamber by RF power by which is caused coil 12 and inductive coupling is carried out. This plasma generates the etchant kind (for example, ion and a radical) used from an etchant gas in order to etch a work piece 14. The important element of an anisotropic etching process is the collision with the ion and work piece 14 which were generated in the plasma. The energy which ion shows, directivity, and the ion density in the plasma are important factors which determine most for the quality of the etched work piece 14 which is obtained. These factors determine substantially the straightness of the homogeneity of etching, an etching rate, photoresist selectivity, and an etching profile, and the smoothness of the side-attachment-wall etching description section. For example, in order to avoid isotropic etching and to make an etching rate into max, the high plasma ion energy in the front face of a work piece 14 is desirable. However, too high ion energy will bring about poor etching results, such as high photoresist loss, and will do damage to the device under formation on a work piece 14. Therefore, as for plasma ion energy, it is ideal for etching quality to begin degradation substantially and/or to maintain a value the circumference of the bottom and near the in the threshold from which damage on a device serves as a rejection. Plasma ion density high for similarly maintaining a high etching rate is desirable. There is so nothing with respect to the energy that there is much ion, and, essentially, a work piece 14 is etched more quickly.

In the inductive-coupling reactor of drawing 1, plasma ion density is substantially controlled by the amount of RF power combined in a chamber through a coil 12. Plasma ion density is so high that there is much power combined mostly. Therefore, in almost all cases, plasma ion density can be held at desired level by choosing RF power of the optimum dose supplied to a coil 12 by RF power generator 18. However, RF

power combined in a chamber with a coil 12 does not have substantial effect on the plasma ion energy in the front face of a work piece 14. Control of the ion energy in the front face of a work piece is performed from the former using the bias RF power generator 22 by carrying out capacity coupling of the RF power into a chamber through a pedestal 16. Theoretically, the bias power supplied to a pedestal 16 does not affect, has substantial **** on the ion density generated within a chamber 10, and it decouples control of ion density and ion energy.

However, the plasma ion energy controlled by bias RF power added to a pedestal 16 is influenced by the ratio of the surface area of a pedestal to the surface area of the touch-down part 34 of a chamber. A pedestal 16 acts as cathode, and the touch-down part 34 works as an anode plate, and forms a capacity-coupling circuit. Since it is formed with the insulating chamber wall 30 in order for most insides of a chamber 10 to make inductive coupling of power max into a chamber from a coil 12, the surface area relevant to the touch-down part 34 is restricted inevitably, and is not usually too large to the surface area of a pedestal 16. In the conventional inductive-coupling dirty reactor, since the magnitude of the surface area of the touch-down part 34 and the surface area of a pedestal 16 approached too much, the problem had been produced in control of ion energy. When the surface area of a pedestal 16 is smaller than that of the touch-down part 34, the average electrical potential difference (called a DC-bias electrical potential difference in many cases) in the front face of a work piece 14 is negative. This average negative electrical potential difference is used in order to attract from the plasma the ion just charged in the work piece 14. However, when the surface area of a pedestal 16 is merely more slightly [than the surface area of a touch-down (it is usual like / in the case of the conventional inductively-coupled-plasma dirty reactor /) part] small, the average negative electrical potential difference in the front face of a work piece 14 is comparatively small. A suction force with this weak small bias voltage, as a result comparatively low average ion energy are brought about. In order to secure the maximum dirty rate and to secure not doing any substantial damage to the device under formation on a work piece 14, either, a negative high bias voltage value is required rather than it is obtained by usual using the conventional inductively-coupled-plasma dirty reactor, so that plasma ion energy may be optimized. Theoretically, one half of the negative average electrical potential differences in which the maximum in the front face of a work piece 14 is possible, i.e., the Py Qu peak voltage, is generated by enlarging surface area of the touch-down part 34 enough as compared with the surface area of a pedestal 16. The above-mentioned inductive-coupling dirty reactor was used in order to etch aluminum from the front face of a work piece 14 conventionally. This etching process had made the by-product in which most contains the piece of a photoresist which it tends to deposit on the wall of the reactor chamber 10, and an aluminum chloride (AlCl₃). This by-product of aluminum etching does not have substantial effect on a plasma property (for example, the consistency and energy of plasma ion). because, those most -- overall -- un--- a conductor -- it is because it is a sex. However, other metals, for example, also especially etch copper (Cu), platinum (Pt), a tantalum (Ta), a rhodium (Rh), and titanium (Ti), are desired from the front face of a work piece 14. the case where etching of these metals uses the conventional dirty reactor of drawing 1 -- the etching by-product of these metals -- a conductor -- since there was an inclination used as a sex, the problem had been produced. namely, a chamber wall top -- a conductor -- the sex skin film is formed. this conductor -- the sex skin film has the effectiveness of attenuating RF power combined in a chamber with a coil 12. A coil 12 generates a field, consequently power is combined in a chamber. the chamber inside under a coil 12 - - a conductor -- if covered with a sex ingredient, an eddy current is generated in this ingredient, thereby, a field will decline to a certain extent and the amount of power combined with the interior of a chamber 10 will decrease. a continuous etching process -- crossing -- a conductor -- it is alike and takes, and attenuation also increases gradually and the power which the sex skin film deposits in the thickness direction and which is combined in the plasma decreases gradually.

To the power combined after 100 processings of a work piece, and in the plasma, it became clear that 10 - 20% of reduction occurred. in addition, a conductor -- since the sex skin film may combine with the anode plate part 34 in which the chamber was grounded electrically, an anode area increases as a matter of fact. The increment in this anode area has the inclination to which the above-mentioned negative DC-bias electrical potential difference is made to increase. Change of the bias voltage resulting from this changed effective anode area brings the increment which is not desirable to capacity coupling of RF power from a pedestal.

Reduction of the inductive-coupling RF power which advances gradually, and the increment in capacity-coupling RF power exert the opposite effect on an etching process. For example, plasma ion density falls owing to reduction of inductive-coupling RF power, and the increment in capacity-coupling power increases plasma ion energy owing to. Since it is usual for RF power level to be set up in advance of an etching

process, and to optimize the consistency and energy of plasma ion, can any change have effect which is not desirable on etching quality? Change of power association caused by the conductive etching by-product which covers a chamber 10 affects other etching process parameters and plasma properties similarly. For example, photoresist selectivity falls, its etching halt depth decreases, and distribution of the current/energy of ion and an etching rate receive a bad influence. These parameters and properties of having changed differ and bring about the etching properties of a work piece with many rejected cases (the photoresist selectivity which is low degree, the etching rate homogeneity which is low degree or etching rate shift, device damage, etc.). Even after etching only 2 and the work piece 14 of three sheets, it became clear that change which an etching profile does not have was observed. In addition to this opposite effect exerted on an etching process parameter and a plasma property, it became clear that association of RF power into a chamber 10 which decreased caused the problem accompanying ignition and maintenance of the plasma.

Of course, reduction of inductive-coupling power may be compensated by making RF power supplied to a coil 12 increase. Similarly, the increment in capacity-coupling power can be compensated by reducing RF power supplied to a pedestal 16. furthermore, a chamber wall -- un--- a conductor -- the time of etching ingredients, such as aluminum which generates a sex by-product, -- usually -- needing -- it can be washed mostly. However, as for the circumference activity of these types, it is common that is not practical. Usually priority is given to the user of an etching reactor setting up each RF power level according to what is called the "recipe" which a reactor manufacturer offers. from a recipe -- separating -- a conductor -- it is hard to accept that a sex deposit must be compensated in almost all users -- I will come out. Furthermore, it could not opt for required modification of RF power set point needed for compensation beforehand, since the above-mentioned opposite effect is considered to be anticipation impossible. Thus, unless a user uses a certain gestalt of a monitor plan (monitoring scheme), it will almost be impossible for a user to perform compensation modification for which RF power input value is needed. Actually, probably the only solution which can be implemented will often be washed after each etching termination as repeatedly as possible. However, it will be hard for almost all users to accept this increment in the count of washing (exceeding a count required in case aluminum is etched), since a throughput rate is reduced and cost is made to increase substantially.

Another fault accompanying the conventional inductive-coupling dirty reactor as shown in drawing 1 is that power deposition (power deposition) and etchant kind diffusion within a chamber 10 are restricted according to this structure. The power deposition within the chamber 10 of an etching reactor is related to distribution of the power inside a chamber.

For example, since these fields are close to a coil 12, the field 11 expressed with the broken line of drawing 1 shows the power deposition of a high level. However, the work-piece 14 neighborhood of the power deposition distant from these fields 11 etc. is lower. However, in many applications, it is desirable for the field of the chamber in the latest of the exposure of a work piece 14 to present high power deposition. For example, the high power deposition near the exposure of a work piece 14 may be advantageously used, in order to generate high plasma ion density to the field. If possible, the configuration of a chamber will be able to be changed, a coil 12 will be able to be moved and, thereby, the field of high power deposition will be able to be close brought by the work piece 14. Various chamber configurations are common knowledge. For example, a dome shape chamber is sometimes used and the coil is wound around the surroundings of the outside which similarly forms dome shape there. However, when it is going to make the field of high power deposition into the most advantageous location to a work piece, there is a limit [how to form a chamber]. These limits are drawn from the fact of doing effect also with the configuration of a chamber substantial in the property of the plasma, and the etching processing parameter relevant to it. Thus, compromise must be made between the configuration of a chamber, and the power deposition pattern of the request in a chamber. Usually, this checks optimization of the power deposition in a chamber.

Other above-mentioned factors are etchant kind diffusion. This word points out the inclination of the etchant kind which an etchant kind moves to a lower concentration field from high concentration fields, such as a field which has the high power deposition which is easy to be formed in large quantities. A diffusion pattern can change to another pattern a lot from one pattern depending on the etchant kind of a specific related type. Thus, the plasma property (make-up) near the exposure of a work piece 14 can be affected by using the diffusion property of the etchant kind which makes the power deposition profile in a chamber and is formed into the plasma. Therefore, while obtaining the field 11 of the high power deposition distant from the exposure of a work piece 14, generating a desired plasma property in the field near [this] the front face can still be performed. However, when the specific kind expected the diffusion to an about 14-work piece field is the type which has a comparatively short life (i.e., when it is too short, the kind will be brought about in

the field near the work piece in the diffusion process and the kind does not exist [by] any longer), a problem arises. It will be useful to bringing the high power deposition field 11 close by the work piece to use the chamber again made by different form, and, thereby, a desired short-lived etchant kind will be making it more possible to reach a work piece 14 during the existence. However, a chamber configuration makes this reconstitution balance to the effect affect a plasma property in relation to a configuration, and if it is ****, it does not have it. It became clear that the reconstitution of the chamber cannot be carried out to extent required for a making [certainly exist in the front face of a work piece 14]-short-lived etchant kind of many common knowledge sake. For example, if typical etchant gases, such as the conventional reactor configuration shown in drawing 1 and chlorine, are used, before the short-lived kind of Cl^+ ion of an excitation state, Cl_2^+ ion, etc. formed in the field 11 of high power deposition is extinguished, it will not be diffused all over an about 14-work piece field.

Another fault concerning the conventional inductive-coupling dirty reactor as shown in drawing 1 includes cooling of the wall of a chamber 10. When maintained in the range where chamber temperature is narrow, the etching process is usually stable chiefly and efficient. However, the heat which raises chamber temperature across the narrow range demanded by formation of the plasma is generated. Therefore, in order to maintain the optimum-temperature range relevant to the etching process performed, it is desirable to remove heat from a chamber 10. as mentioned above, this -- the conductor of a chamber 10 -- a cooling-medium fluid is circulated to the cooling channel 32 formed in the sex part 34, and it usually comes out to be carried out by passing air over the exterior of the insulating chamber wall 30. In order to form a chamber wall, in that low thermal conductivity is shown, a problem produces electrical insulation materials usually used, such as a quartz and a ceramic. Therefore, this chamber wall is heat insulation nature, and cannot become an ideal heat transfer medium for taking out into the air which collects heat from the interior of a chamber 10, and flows over the outside of a wall. Consequently, since heat transfer from a chamber 10 is late, chamber temperature is in the inclination changed rather than the range of desired in the field near the insulating chamber wall. it often comes out of this temperature fluctuation to exceed said narrow-width range required of efficient etching processing. In addition, these superfluous fluctuation will cause another problem. As mentioned above, the etching by-product tends to be deposited on the chamber wall into the etching process. In case control of chamber temperature is tried by carrying out air cooling of the insulating chamber wall 30, the temperature of the by-product layer formed in a chamber wall and its inside tends to repeat (height). This repeat generates thermal stress in an etching by-product ingredient layer, consequently it is divided, exfoliates from a wall, and carries out raw [of the piece of an ingredient which falls to a chamber]. Since a loose deposition ingredient pollutes a work piece, otherwise the bottom of a chamber is covered with it, frequent chamber washing is needed.

It is often desirable to inject etching process gas directly all over the field which has the No.1 power deposition. In the conventional dirty reactor shown in drawing 1, these fields 11 are in the latest of a coil 12. However, the way which suits the gas injection port 26 cannot be formed in chamber Kabeuchi near these fields of high power deposition without interfering in an induction coil 12 physically. Thus, gas must be injected by any of the crowning of a coil 12, and the null part of a coil lower part. Although the flow of the gas from these ports 26 could be turned to the field 11 of high power deposition when possible, it became clear that this approach is insufficient for securing the optimum density of the etchant gas in these fields.

The conventional inductive-coupling RF plasma dirty reactor must also be relatively operated by the low pressure (for example, less than 100 mTorr) as compared with the conventional capacity-coupling dirty reactor (it can operate to 10Torr). An etching process is committed the best, when performing by the high pressure often exceeding the range of the conventional inductively-coupled-plasma reactor. Furthermore, in order to conquer the impedance generated with an insulating chamber wall, and in order to offer sufficient power further so that the internal plasma may be lit and the plasma may be maintained, comparatively high RF power level must be supplied. Therefore, mass RF power source must be used.

Therefore, RF plasma dirty reactor which does not receive a bad influence by the conductive etching by-product deposited inside a chamber is required. Furthermore, while generating the auto-bias electrical potential difference which optimizes an ion collision in a work-piece front face, it is desirable that there is also no constraint given with the configuration of a chamber wall, and power deposition can be made in a chamber. Furthermore, probably, as for this etching reactor, it will be desirable to have the chamber wall which may be maintained in the narrow temperature requirement which optimizes etching processing and prevents exfoliation of a deposit. Moreover, it is desirable for a gas injection inlet to be also exchangeable anywhere in a chamber wall. And after all, probably this dirty reactor is a pressure with about 100

superfluous mTorr(s), and it will be desirable that it is operational using power level lower than the required power level supplied to the coil antenna of the conventional inductive-coupling RF plasma dirty reactor. Outline of invention The indicated purpose is realized by RF plasma dirty reactor which has a dirty chamber equipped with the protective layer which forms some of conductive walls and walls facing the interior of a dirty chamber. This protective layer prevents sputtering of the ingredient from the chamber wall by the plasma formed in a chamber. If this protective layer does not exist, the ingredient by which the spatter was carried out will drop etching process quality from a wall, the work piece which receives etching will be polluted, and this will damage the device under generation on it. Preferably, a conductive chamber wall is manufactured with aluminum and a protective layer is an aluminum oxide (namely, anode plate-ized aluminum). However, protective layers may also be conductive ceramic ingredients, such as boron carbide. Moreover, a dirty reactor has the induction coil antenna arranged in the dirty chamber, uses this coil antenna, and generates the plasma by inductive coupling. Like the chamber wall, the induction coil antenna is constituted so that it may prevent that the ingredient which fabricates an antenna carries out sputtering by the plasma. For example, it can also constitute so that it may have a metal core (for example, aluminum) equipped with the outer jacket which can also manufacture the whole with conductive ceramic ingredients, such as boron carbide, or is fabricated with a conductive ceramic ingredient in a coil antenna. Furthermore, a coil antenna could also have the tube structure which has an internal channel in the air. This channel is used in order to maintain the flow of the cooling-medium fluid which passes through inside in order to maintain it in the already explained temperature requirement, while cooling an antenna.

The above-mentioned dirty reactor has many advantages which endure the conventional inductively-coupled-plasma dirty reactor. Since an induction coil antenna is inside a dirty chamber rather than is wound around the circumference of the outside of a dirty chamber, no conductive etching by-products deposited on the inside of a chamber wall affect the amount of the power by which inductive coupling is carried out to the plasma. This is combined with use of the grounded conductive chamber wall which is examined in a detail later, and prevents change which is not desirable as for the above-mentioned plasma property. Using an internal induction coil antenna moreover solves the pending question about the configuration and sense of an antenna to formation of a chamber. With respect to said consideration about the power deposition pattern with which it is suitable with the configuration of a coil antenna with a pattern, and corresponds in a chamber, there is no chamber and any advantageous configuration (for example, dome shape, truncated-cone forms, or those arbitrary combination) can be used for it. Similarly, a coil antenna can also adopt the configuration (for example, a location, a configuration, sense) of the need etc. as attaining a desired power deposition pattern. As inquired previously, a desired power deposition pattern gives the optimal plasma property near the front face of the work piece which receives etching processing within a chamber. It divides to these plasma property and plasma ion density, plasma ion energy, ion directivity, and etchant species composition are included in it. Each example of the possible coil antenna configuration for attaining a desired power deposition pattern includes manufacturing a coil antenna with the one apparatus structure (that is, one conductor wound in the shape of a continuation spiral) where RF power is supplied with the single source of RF power, or manufacturing an antenna with segmentation structure. This segmentation structure is accompanied by use of an at least two coil segment, and each segment is electrically isolated from other segments, and it is combined with separate RF power signal there. Each power signal can be acquired from the one apparatus RF source which has the output in which much adjustments are possible, or two or more separate RF sources which can be adjusted. An one apparatus coil antenna or each coil segment can have a flat form, a cylindrical shape, a truncated-cone form, dome shape, or the combination configuration of those arbitration. In addition, if needed, they can be oriented in a chamber, and can be arranged, and a desired power deposition pattern can be attained.

other advantages of the dirty reactor constituted according to this invention -- conductors, such as a product made from aluminum, -- it is involved in a sex chamber wall. a conductor -- since a sex coil antenna is arranged inside a dirty chamber, it does not need to make a chamber from an insulating material like [in case an antenna is wound around the circumference of the outside of a chamber]. the conductor of a chamber wall -- a sex ingredient is chosen by several reasons. the first -- a conductor -- I hear that **** can be grounded and there is. In this case, a wall can be committed as a touch-down object for the above-mentioned work-piece support pedestal which is connected to the source of RF power and generates bias voltage on the surface of a work piece (that is, anode plate). The inside surface area of a chamber wall far exceeds the outside surface area of a pedestal. Therefore, negative bigger bias voltage arises as a result, and a powerful ion collision is relatively attained compared with the conventional inductively-coupled-plasma dirty reactor. the conductor moreover deposited on a chamber wall from the etching process performed

within the reactor since a chamber wall is already conductivity -- a sex by-product does not give the opposite effect to a plasma property. For example, probably, there is no sudden increment in capacity coupling of the ion energy produced by the electrical coupling of the touch-down field of a reactor and deposit which act as an anode plate of the work-piece pedestal where energy was given, and RF power. therefore, the grounded conductor -- the conductor with which an etching process covers the wall facing the interior of a chamber by using a sex chamber wall combining an internal induction coil antenna -- even if it is the case where a sex by-product is also hung down, it is guaranteed that a plasma property does not change.

conductors, such as aluminum, -- the chamber wall made with the sex metal shows high thermal conductivity more substantially than the insulating material currently used from the former, such as a quartz and a ceramic. This brings about quicker transfer of heat in the cooling-medium fluid which flows through the cooling channel formed in the chamber wall from the interior of a chamber as a result. Therefore, it is more easy to maintain a narrow chamber temperature requirement and to avoid the problem of the conventional dirty reactor relevant to the exfoliation from the crack and chamber wall of a deposit. It is easy to form a cooling channel in an aluminum chamber wall moreover rather than it forms in the conventional quartz wall, and costs do not start.

Furthermore, it conceives of the ability of the power deposition pattern in a dirty chamber to also be made using cures other than the location of a coil antenna or a coil segment, a configuration, and the sense. For example, probably one or the grounded shielding member beyond it (an unit or plurality) could be placed between an antenna or an antenna segment, and a work piece, and the amount of RF power by which inductive coupling is carried out to the field of the plasma exceeding each shielding member could be reduced. the Faraday shield with which these shielding members were grounded, or a conductor -- the form of a sex screen could be taken. Instead, a field generator could be used and a blocking field could also be generated in a chamber. This field will be formed of the plasma, and it will be oriented so that the number of the etchant gas ion which can move between an induction coil antenna (or segment) and work pieces may be decreased. As for a field generator, it is desirable that a generating field is changeable so that it can be included any of a permanent magnet or an electromagnet they are and the number of the etchant gas ion which can move between an induction coil antenna (or segment) and work pieces may be adjusted.

Another cure against a design includes making the power deposition pattern in a dirty chamber, after choosing separately the power level of RF power signal supplied to a coil segment (when used). For example, RF power signal which shows the high power level supplied to a specific coil segment generates the field of the high power deposition contiguous to the coil concerned as compared with the field which adjoins the segment of other similar configurations to which the RF signal of low power level is supplied. Thereby, still more nearly another advantage of the dirty reactor constituted according to this invention can establish an etchant gas port, i.e., an inlet, in a chamber wall about flexibility. In the conventional inductively-coupled-plasma dirty reactor, the induction coil antenna had checked inclusion of the gas inlet for the chamber wall which adjoins the coil wound outside. Since often [wanting to inject an etchant gas in the field of high power deposition which is formed at the coil antenna latest], this is a troublesome problem. Since an induction coil antenna is arranged in the chamber of the reactor by this invention, this limit in arrangement of an etchant gas inlet does not exist any longer. Thus, an inlet can be especially prepared in every location in practice [the chamber wall inside] in the location of the nearest to a field of high power deposition.

In addition to the above-mentioned advantage of the plasma dirty reactor constituted according to this invention, the point that it is changeable when the amount of RF power combined inductively and in capacity in a chamber adjusts simply the amount of RF power supplied to the pedestal where an induction coil antenna (or segment) and energy were given is pointed out. For example, the capacity-coupling plasma can be formed by providing a pedestal and/or a conductive chamber wall with RF power independently. on the contrary, an induction coil antenna -- or if it corresponds, RF power can be independently given to one or the coil segment beyond it by which power is given according to an individual, and pure inductively coupled plasma can be formed. Otherwise, a reactor can be operated using mixing of a request of the arbitration of inductive-coupling RF power and capacity-coupling RF power. Therefore, a reactor can be operated in inductive-coupling mode, capacity-coupling mode, or its combination. This sponsors an opportunity to use a reactor, in order to perform various etching actuation over a large process region.

In addition to the explained advantage, when other purposes and advantages of this invention see in relation to an accompanying drawing from the following detailed explanation, they will become clear.

Explanation of a drawing Consideration of the following explanation, ***** of the accompanying claim,

and an accompanying drawing of the description, the specific standpoint, and specific advantage of this invention will advance an understanding more. An accompanying drawing is explained to below.

Drawing 1 is the sectional view of the conventional inductive-coupling RF plasma dirty reactor which has a cylinder chamber.

Drawing 2 is the sectional view of an inductive-coupling RF plasma dirty reactor equipped with the dome shape chamber which uses a washing electrode.

Drawing 3 is the sectional view of RF plasma dirty reactor constituted according to the most desirable operation gestalt of this invention.

Drawing 4 A-F is the sectional view which was constituted according to the most desirable operation gestalt of this invention, which used the induction coil antenna segment which is isolated electrically and can give power separately and where RF plasma dirty reactor was generalized.

Drawing 5 A-B is the sectional view where the induction coil antenna segment and shielding member which were constituted according to the most desirable operation gestalt of this invention, and which are isolated electrically and can give power separately were used, and RF plasma dirty reactor was generalized.

Drawing 6 is the sectional view which was constituted according to the most desirable operation gestalt of this invention, was isolated electrically, and used the induction coil antenna segment which can give power separately, and the field generator which generates a blocking field and where RF plasma dirty reactor was generalized.

Detailed explanation of a desirable operation gestalt In the following explanation of the desirable operation gestalt of this invention, a part of this invention is accomplished and the accompanying drawing which showed with drawing the specific operation gestalt with which this invention can be carried out is quoted. It turns out that other operation gestalten can be used and a change on structure can also be made, without deviating from the range of this invention.

The reduction problem of RF power inductive coupling to the inside of a plasma dirty reactor chamber which considers are recording of the conductive etching by-product to the wall facing the interior of a chamber as a cause can approach by some approaches. For example, while being able to use a self washing process and performing the etching process itself, a conductive deposit is washed from a chamber wall. As for this self-washing process, some chamber walls are substituted for these electrodes including use of the electrode with which RF power is given. drawing 2 -- dome shape -- a chamber -- ten -- ' -- induction -- a coil antenna -- 12 -- ' -- having -- a reactor -- being shown -- as -- being such -- an electrode -- 36 -- a coil -- 12 -- ' -- the top -- arranging -- having had -- a center -- a null -- the section -- a chamber -- ten -- ' -- a crowning -- arranging -- it can have . Energy is given to an electrode 36 by the RF generator 38 through the matching circuit network 40. Energy is given to a low battery by the generator 38 during etching processing, and an electrode 36 prevents forming a conductive etching by-product at an electrode 36 or the field latest. Probably, this electrical potential difference has enough the low electrode 36 with which energy was given to extent which does not have a bad influence on an etching process substantially. However, a cleaning effect tends to get worse and the conductive deposit tends to deposit it increasingly, so that the field of a chamber wall separates distantly [electrode / 36]. Therefore, in order to be effective, an electrode must be mutually brought close and put so that the whole chamber inside which adjoins a coil may fully be protected from formation of a conductive etching by-product using many electrodes. However, in order to make it not affect an etching process substantially, the electrode only put on the crowning and pars basilaris ossis occipitalis of coil 12' must be maintained at the low of extent inadequate for maintaining the whole chamber wall near coil 12' at the condition that there is no deposit. Furthermore, an electrode cannot be placed, without interfering in the wall (namely, directly under) facing the about 12-coil interior with inductive coupling of the power to the inside of reactor chamber 10'. therefore, this approach -- a problem -- reducing -- although carried out, since it cannot lose completely, other approaches behind considered by this detail letter are not desirable.

Other approaches against the deposition problem of a conductive etching by-product are accompanied by heating a chamber wall to the temperature exceeding the deposition temperature of the specific conductive etching by-product which caused the problem. However, this approach has a fault similarly. The highest operation temperature at which the chamber wall of the usual inductive-coupling dirty reactor as shown in drawing 1 may be heated is about 200 Centigrade. High temperature makes the organic substance seal used for usual deteriorate, in order to carry out the seal of various access points to a chamber. Some of metals which were mentioned above and which are etched generate the conductive by-product which has the deposition temperature exceeding 200-degree Centigrade. For example, a conductive by-product is generated at the deposition temperature to which both etching of copper and platinum exceeds about 600

Centigrade. It may be possible to transpose the organic substance seal used for usual to a metal thing. However, such a metal seal is usually only effective to one etching. These metal seal is because it is easy to receive the change or physical deformation of metal structure in the elevated temperature which spoils the capacity which carries out the seal of the chamber. For example, in about 400 Centigrade, a typical aluminum seal deforms and cannot carry out a reuse. Not almost all users can accept easily that the seal in a dirty reactor must be exchanged after each etching. Therefore, the deposition temperature of the conductive etching by-product which causes attenuation of inductive-coupling RF power is comparatively low (for example, if it is the case where an aluminum seal is used Centigrade less than about 400 degrees).

A more comprehensive solution is desirable although it can use for a case.

Drawing 3 shows RF plasma dirty reactor which are recording of the conductive etching by-product to the wall facing the interior of reactor chamber 10" consisted of according to the most desirable solution over the reduction problem of inductive coupling of RF power which is the cause. the related impedance matching circuit 24 which applies RF bias on vacuum chamber 10 the pedestal 16 for supporting " and a work piece 14, the bias RF generator 22, and a work piece 14 like the conventional inductively-coupled-plasma dirty reactor (for example, drawing 1), and a desired chamber pressure -- a chamber 10 -- the vacuum pump 28 for exhausting " is formed. However, the induction coil antennas 44 completely differ.

The coil 44 is not wound around the outside of reactor chamber 10", and is arranged inside the chamber. A coil is arranged at the place which any coats of a conductive etching by-product of the wall facing the interior of a chamber do not reach by this. Therefore, a conductive coat cannot decrease the field generated with the coil 44 (or at least part to which it pointed all over the plasma field of a chamber) with which energy was given, therefore there is no reduction in inductive coupling of RF power to this field.

Consequently, there is no difficulty of lighting the plasma in the bad influence to a plasma property or a chamber, and maintaining it. Of course, inductive coupling of power and the etching by-product of 44 coil in which it may interfere will not be on it, since energy is given during etching processing. Furthermore, since an antenna is inside a chamber, the plasma is generable using RF power of lower level. The impedance of a chamber wall is because it does not need to be conquered like [in case the conventional inductively-coupled-plasma dirty reactor is included].

The internal coiling 44 equipped with the configuration flat at one apparatus arranged near the summit section of chamber 10" is shown in drawing 3 . This operation gestalt of a coil is one apparatus at the point of consisting of conductors wound in the shape of [which continued electrically] a spiral. However, a coil can instead take various configurations and arrangement within a chamber. Besides, a coil can be segmented, it is isolated electrically and those segments can give power separately. Drawing 4 A-F is the example of these internal coiling that is segmented and can give power separately. All these examples are illustrating the coil which has 1st coil segment 46 a-f and 2nd coil segment 48 a-f. Energy is given to 1st coil segment 46 a-f through the external RF power source which has 1st RF power generator 50 a-f and 1st impedance-matching network 52 a-f. Energy is given through the external RF power source with which 2nd coil segment 48 a-f has 2nd RF power generator 54 a-f and 2nd impedance-matching network 56 a-f. The separate power source is shown, coil segment 46 a-f and 48 a-f reach, respectively, and RF power is supplied to a pedestal 16. This makes it possible to set up the amount and frequency of power separately to each of these members. for example, RF power level or the frequency which changes with separate RF power generators which are connected to a different coil segment and adjust the spatial distribution of plasma ion density -- ***** -- you may apply to a coil segment. If it is some of the above-mentioned members, or a request, it will also be possible to prepare a common power source in all. As for this common power source, it is desirable to equip each member with the capacity to offer RF power on separate power level and a separate frequency. The number of turns of each coil segment shown by illustration by drawing 4 A-F (similarly one apparatus coil of drawing 3) is for [for the purpose of instantiation] only. A coil or a coil segment may actually be what kind of number.

The main differences between the reactors shown in each of drawing 4 A-F are the configurations and locations of coil segment 46 a-f and 48 a-f so that more clearly than drawing. By drawing 4 A, 1st coil segment 46a has a flat configuration, and it is arranged near the crowning of chamber 10", and on the other hand, a configuration is a cylindrical shape and 2nd coil segment 48a is arranged near the side attachment wall of a chamber. By drawing 4 B, both coil segments 46b and 48b are flat, it is arranged near the crowning of chamber 10", and 1st segment 46b is arranged in it by the central null section and this alignment of 2nd segment 48b. As for drawing 4 C, 2nd coil segment 48c shows the almost same configuration as the coil segment configuration of drawing 4 B except for the thing in a chamber further arranged further near the lower part and the work piece 14. While 1st coil segment 46d has a flat configuration and it is arranged near

the crowning of chamber 10'' by the reactor of drawing 4 D, it has the reverse truncated-cone configuration arranged so that a work piece 14 may be surrounded 2nd coil segment 48d. The reactor of drawing 4 A-D is shown by cylindrical shape chamber 10''. However, this point comes out so and a certain need is not. Since there is an induction coil antenna inside chamber 10'', the configuration of a chamber can be made so that the effect affect the plasma may be optimized. In other words, the configuration of a coil is not a technical problem already important at the time of a chamber design, therefore a chamber can be constituted by the configuration which raises the suitable structure of arbitration, and the specific plasma property that it is desirable preferably for the YUTCHINGU activity done by the reactor. For example, drawing 4 E-F shows the reactor equipped with truncated-cone form chamber 10''. In drawing 4 E, while 1st coil segment 46e is flat and is arranged near the crowning of chamber 10'', 2nd coil segment 48e is a truncated-cone form, and is arranged near the side attachment wall of chamber 10''. 2nd coil segment 48f is a reverse truncated-cone form, and the reactor of drawing 4 F is similar to the reactor of drawing 4 E except for the point in chamber 10'' further arranged near a lower part and the work piece 14. Of course, many other chamber configurations are possible. For example, probably dome shape is also possible for a chamber, or it could also have the set configuration which incorporated two or more configurations among each configuration of the above-mentioned dome, a cylinder, and a truncated cone. Since, as for the specific chamber configuration which optimizes the request plasma property for the type of etching performed, the range of this invention is not just going to reach, detail beyond this is not given here. Furthermore, it can also arrange attaching an induction coil antenna or its segment in a chamber wall, or hanging it etc. in a chamber by the approach of any or suitable common knowledge. It is common knowledge, and since these approaches do not form the new aspect of affairs of this invention, either, the detail beyond this does not describe them, either. Drawing 4 A-F shows the induction coil antenna which has the independent two coil segment which can give power. However, limitation is not carried out for this invention to this two segment. Rather, the segment of the number of arbitration which can give power independently can be used. Furthermore, a coil or a coil segment can take any advantageous configurations like the configuration of a chamber. Since an induction coil antenna is arranged inside chamber 10'', it can take any configurations for which it asks, without being dependent on the configuration of a chamber. Thus, the bargaining point mentioned above between the coil and the chamber configuration is not concerns any longer. Although the coil and coil segment of a flat form, a cylindrical shape, and a truncated-cone form are only shown in drawing 3 and drawing 4 A-F, this invention is not limited to these configurations. Rather, a coil or a coil segment can have any advantageous configurations, such as two or more sets, among dome shape or the above-mentioned flat form and dome shape, a cylindrical shape, and a truncated-cone form. In addition, there is no intention which shows that the location in a chamber with a coil or a coil segment is restricted to the operation gestalt of illustration. A coil or a coil segment can be arranged and oriented with any advantageous desirable configurations.

The remarkable advantage which arranges an induction coil antenna in a chamber is a point that power deposition may be optimized for the meant etching process which is performed within a chamber, without receiving constraint originating in the configuration of a chamber. Placing a coil or a coil segment inside a chamber makes possible flexibility remarkable to formation of power deposition. The configuration of a coil or each coil segment, a location, and a factor like the sense can be chosen so that the optimal power deposition in a chamber may be generated. Moreover, these factors may be chosen even if it takes an example by the life of the etchant kind accompanying the diffusion property expected in the specific etching process of which it conceived for the reactor, and its process. Furthermore, the amount of RF power supplied to a coil or a coil segment can be changed in order to adjust power deposition and etchant kind distribution, and it enables this to accept a diffusion property wide range etchant kind type with the same coil configuration. As for the configuration of the specific coil which optimizes the power deposition for the specific etching process performed, and diffusion of an etchant kind, or a coil segment, and RF power input setup to it, the range of this invention is not just going to reach. Therefore, these details are not examined here.

In addition to coil related factors, such as a configuration which can be operated in efforts to optimize the power deposition in a chamber, and an etchant kind diffusion pattern, a location, and sense, a shielding member or the field can be introduced in a chamber, and these patterns can also be fitted further. For example, a shielding member or the field could be used and the plasma ion energy in the specific region of a chamber could also be reduced. Drawing 5 A-B (these support the reactor explained in relation to drawing 4 A-B, respectively) indicates shielding member 58 a-b which is placed between work pieces, adjoins a member and affects power deposition to be more than one or it of a coil segment. this shielding member 58

a-b -- faraday mold shielding or a conductor -- it is desirable to take the gestalt of a sex screen. Even if it is which case, shielding member 58 a-b is grounded. Grounded member 58 a-b decreases the field which adjoining one or two or more segments generate, and, thereby, decreases inductive coupling of RF power to the plasma of the other side of shielding. in this approach, power distribution of the field exceeding shielding member 58 a-b is reduced so that it may be wanted -- having -- for example, that field -- plasma ion energy reduction can be carried out. In drawing 5 A, cylinder shielding member 58a is adjoined and used for 2nd coil segment 48a of a cylindrical shape, and RF power in which inductive coupling is carried out to the plasma field which exists at the core of chamber 10" by this segment is reduced. This is an example in the case of doing the effect only with substantial one of [of the coil segments]. Drawing 5 b is an example in case the inductive-coupling RF power from a supercoil segment (multiple coil segments) (two [in this case,]) declines using shielding member 58b. This shielding member 58b is placed horizontally in the lower part of the 1st and 2nd coil member 46b and 48b, and a chamber. This horizontal position causes reduction of RF power in which inductive coupling is carried out by each segments 46b and 48b to the plasma field which spreads directly on the work piece 14 of the opposite side of shielding member 58b. Thus, a shielding member is used in order to affect all the coil all [one, more than them, or] used within a reactor. Furthermore, in a request, probably two or more shielding members could be used and this task could be attained.

The approach alternative to operating power deposition is introducing the 2nd field into a chamber. As shown in drawing 6, this can be attained by adding the field generator 60 to the outside of chamber 10". A generator 60 can contain any of an electromagnet or a permanent magnet they are, and generates the field which blocks the path of ion in chamber 10". Thus, if a blocking field is applied between the induction coil antenna 44 (or segment of the induction coil antenna which is a case in some operation gestalten of this invention), and a work piece 14, it will be prevented that ion reaches a work piece 14. There is so little ion which penetrates the front face of a work piece and can collide that this field is strong. As for a generator 60, it is desirable for it to be able to adjust in order to change blocking magnetic field strength. In this approach, the amount of the ion penetrated to a work piece 14 can be adjusted. Therefore, ion properties, such as ion density and ion energy, are controllable on the surface of a work piece by adjusting blocking magnetic field strength.

Still more nearly another advantage which places an induction coil antenna into a chamber is a point that it is not necessary to manufacture a chamber by the insulating material. As mentioned above, the part under the induction coil of a chamber wall must be manufactured at the charge of a nonconductive material which is usually a quartz or a ceramic, in order to prevent the substantial attenuation of the MAG generated with the coil which will reduce inductive coupling of RF power to the inside of a chamber. It is not the problem which should already take this problem into consideration with the coil of the chamber inside. Therefore, a chamber wall can be manufactured with electrical conducting materials, such as aluminum. Much desirable effectiveness is acquired by making a chamber wall into conductivity. First, as shown in drawing 3, chamber 10" can be grounded and works as a touch-down object for RF power supplied through a pedestal 16. The surface area of chamber ** is more substantially [than the crawler bearing area used previously] large. Furthermore, the inside surface area of the chamber wall with which this conductivity was grounded will exceed greatly it of a pedestal 16 which can give RF energy. This makes energy of the more nearly optimal plasma ion, and directivity easy for this to generate negative bigger bias voltage and to produce on the surface of a work piece.

a conductor -- other advantages which use a sex chamber wall are points which solve the problem which considers deposition of the conductive by-product that a plasma property (for example , plasma ion energy and directivity) receives a bad influence by the electrical-potential-difference shift produce when a conductive deposit combines with the touch-down field of a chamber electrically as a cause . Since a chamber wall is already conductivity and is grounded, deposition of the further conductive ingredient to the inside of a wall is unrelated, and does not have any effect on bias voltage and a plasma property, either. The advantage of the last examined about use of a conductive chamber wall is heightened refrigeration capacity which such a wall offers. The chamber wall which was able to carry out aluminum shows higher thermal conductivity as compared with the quartz wall of the conventional inductively-coupled-plasma dirty reactor (aluminum [as opposed to / For example, / 0.8 W/mK of a quartz] 204 W/mK). Furthermore, since its whole chamber is made of aluminum while the cooling channel 32 is easily formed in an aluminum chamber side attachment wall, it can distribute a cooling channel covering the whole chamber wall. It becomes unnecessary thereby, to cool the outside of a chamber wall which was required of the conventional inductive-coupling RF plasma dirty reactor. It is the very efficient approach of heat transfer to pour a

cooling medium through an internal intercooling channel.

Consequently, heat transfer to the cooling-medium fluid which flows the inside of the cooling channel 32 formed in the chamber wall from the interior of a chamber is more quick. With this raised speed of heat transfer, fluctuation of chamber temperature decreases very much. Consequently, chamber temperature is easily maintained within narrow limits required in order to prevent the contamination deposit which breaks and exfoliates from a chamber wall in order to secure efficient etching processing.

However, the conductive chamber wall made with metals, such as aluminum, has the potential fault. Under some etching processing conditions, it is tended to carry out the spatter of these ingredients. The ingredient which the spatter was carried out and is separated from a wall may pollute a work piece, and may damage the device formed on it. This potential problem is prevented by forming a protective film 45 over the inside of a chamber wall, as shown in drawing 3. Since this coat 45 is designed so that it may have resistance in the effectiveness of the plasma, the spatter to the inside of chamber 10 of a conductive ingredient is prevented. Furthermore, a coat 45 is carried out design 4 so that it may have the effectiveness which is not substantial in the electric and thermal property which a wall shows. When a chamber wall is aluminum, it is desirable that an inside is anode-plate-ized. (That is, it is covered with an aluminum-oxide layer) This anode plate-ized aluminum layer will offer the protection property mentioned above. A conductive ceramic ingredient could be chosen in order to cover the wall facing the interior of a chamber instead, and sputtering and surface reaction on a wall could be prevented. For example, boron carbide is suitable selection.

The same sputtering problem exists in connection with an above-mentioned induction coil antenna or an above-mentioned segment. If a coil or a coil segment is formed with a metal, sputtering which this metal by the plasma does not have will pollute the work piece, and will corrode coil structure quickly. One solution is making a coil or a coil segment from "non-sputtering" conductivity ingredients, such as a conductive ceramic like boron carbide. Other possibility, "it will be using the metal core surrounded by the sputtering-ed coat. For example, it is the aluminum core covered with the jacket of boron carbide. Also in which operation gestalt, a coil is protected from the sputtering effectiveness of the plasma and contamination like a work-piece throat is also prevented. Moreover, that the temperature of the coil under etching processing must often be adjusted also attracts attention. In such a case, a coil can consist of tube-like structures in the air. It becomes possible to feed a cooling-medium fluid through the channel in which this is formed of the interior of a coil, a coil is cooled by that cause, and desired working temperature is maintained.

Furthermore, further another advantage of arranging an induction coil antenna in the chamber of an inductively-coupled-plasma dirty reactor is a point that a coil does not determine any longer where an etchant gas port can be arranged. As mentioned above, an etchant gas port cannot be arranged in the chamber wall contiguous to an external induction coil by formation and feed structure of a channel required in order to supply an etchant gas to such a gas injection port, and the reason a coil interferes physically. Since it is often desirable to introduce an etchant gas all over the field of high power deposition of the chamber wall which adjoins external coiling which is formed inside exactly, this is disadvantageous. Since a coil does not block access inside [through a chamber wall] a chamber any longer, its location which can arrange an injection port increases remarkably. as a result -- near [where a gas injection port has a high etchant gas] the field of power deposition -- or it can be arranged so that it may separate from those fields and may be introduced. For example, drawing 3 shows the gas injection port 26 arranged at about 44 induction coil antenna so that gas can be injected to the field 47 of the high power deposition near a coil antenna. Therefore, possible port arrangement has far high versatility by the reactor constituted according to this invention.

Thus, in addition to the advantage of the dirty reactor which was explained to the detail and which was constituted according to this invention, the point that a reactor can operate in capacity-coupling mode, inductive-coupling modes, or any of those combination is also pointed out. If drawing 3 and 4 A-F are referred to again, when supplying RF power to a pedestal 16, without supplying RF power to a coil antenna 44 or segments 46 and 48, a reactor operates in capacity-coupling mode. The above-mentioned unsuitable surface ratio between a pedestal 16 and the conductive part 34 becomes a cause, and this is impossible in the conventional inductively-coupled-plasma dirty reactor. The surface ratio found out by usual by the conventional reactor generates inferior capacity power association it is proved that it is that it is inadequate for generating the plasma in a chamber.

Instead, RF power could also be supplied to a coil antenna 44 or segments 46 and 48, without supplying a pedestal 16. In this way, a reactor will operate in inductive-coupling mode.

Inductive coupling is more efficient by the pressure of about 1 mTorr - 100mTorr, and another side and capacity coupling are more efficient by the pressure of about 100 mTorr(s) - 10Torr. Some etching

processes and inductive coupling cohere, best performs by the lower pressure, other etching processes and capacity coupling cohere and they are performed by best by the higher pressure. The reactor constituted according to this invention has versatility higher than any of the conventional inductive coupling or a capacity-coupling plasma dirty reactor. That is because etching processing can be supported over a larger pressure range. Furthermore, while inductive coupling generates more ion, it generates many neutral kinds from capacity coupling. A different etching process or a different step requires more ion or more reactant neutral kinds by the result for which it asks in many cases. The reactor constituted according to this invention is the approach which cannot be done, and can control the presentation of the plasma by the conventional inductive-coupling or capacity-coupling dirty reactor. It is because it is easily changeable by changing the amount of the power by which the amount of induction or RF power by which capacity coupling is carried out is supplied into a chamber 10 at a pedestal 16 and the internal coil antenna 44 (or antenna segments 46 and 48). For example, since some of etching processes generate the ion-rich plasma, while it can perform by much inductive coupling, since other steps generate the reactant neutral-rich plasma, they can be performed by much capacity coupling. Furthermore, the induction coil antenna 44 (or segments 46 and 48) does not need to be the only source used in order to maintain the plasma. Rather, the pedestal 16 where energy was given is used for the plasma, and it may be partially maintained at least by capacity coupling. With respect to power required to fit RF power supplied to an antenna (or segment), and maintain the plasma, there is this [no] and it makes it possible to generate a desired etchant kind. Although this invention quoted especially the desirable operation gestalt and explained it to the detail, it cannot be overemphasized that those it is modification or that it is correctable without deviating from the true pneuma and the true range of this invention.

[Translation done.]

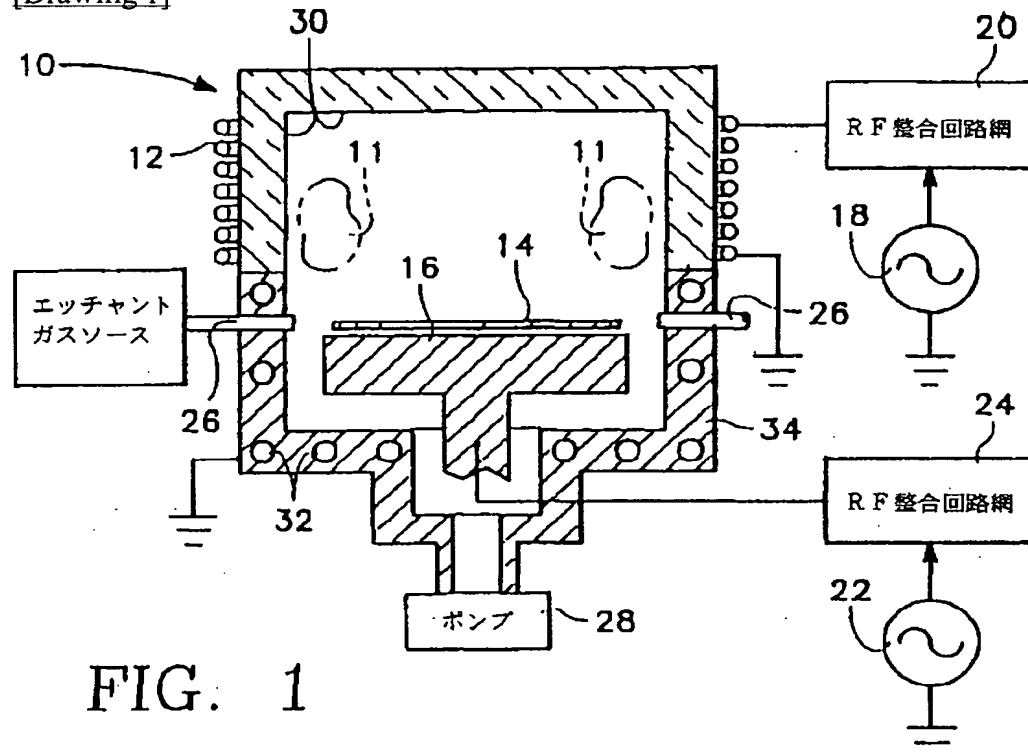
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

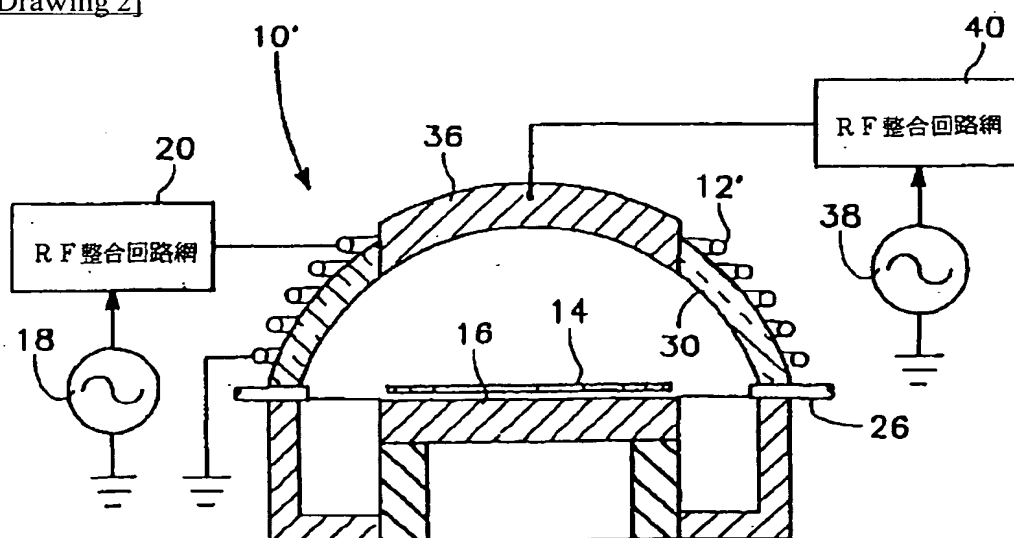
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]

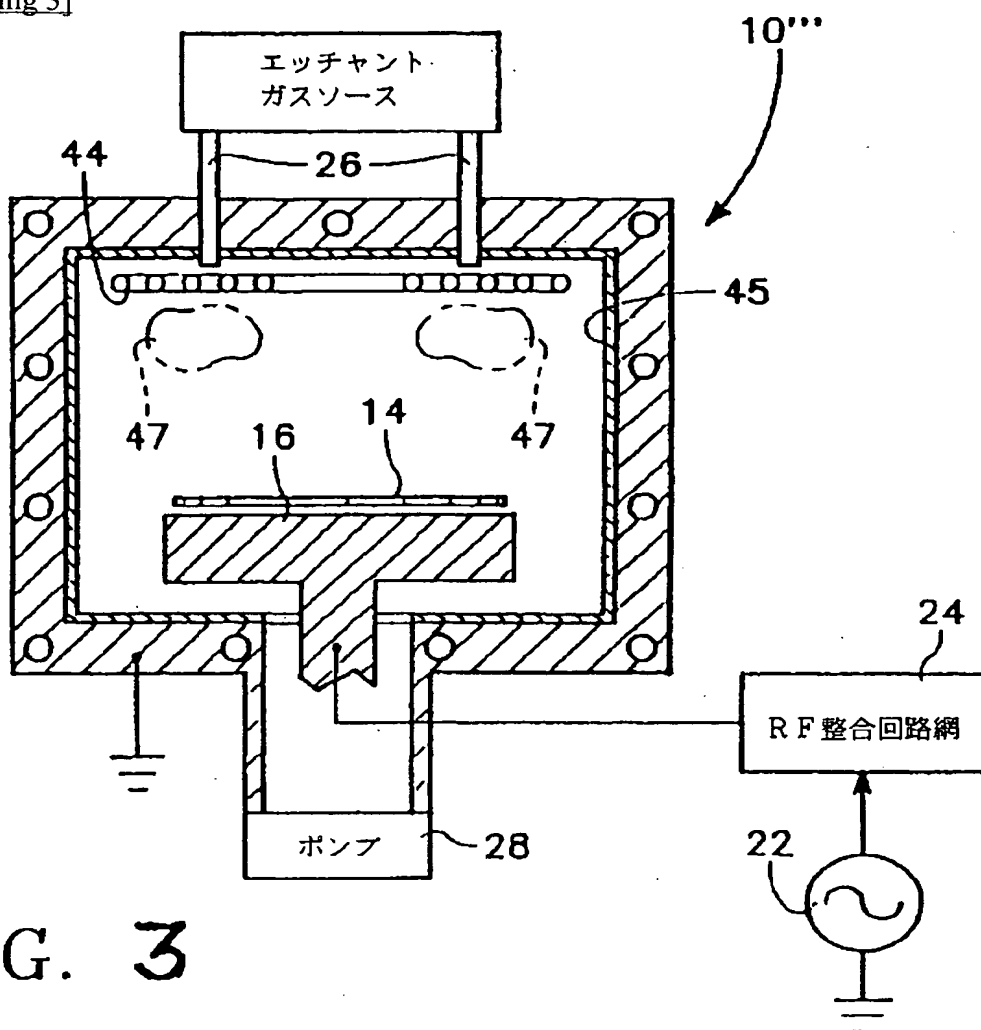


FIG. 3

[Drawing 4]

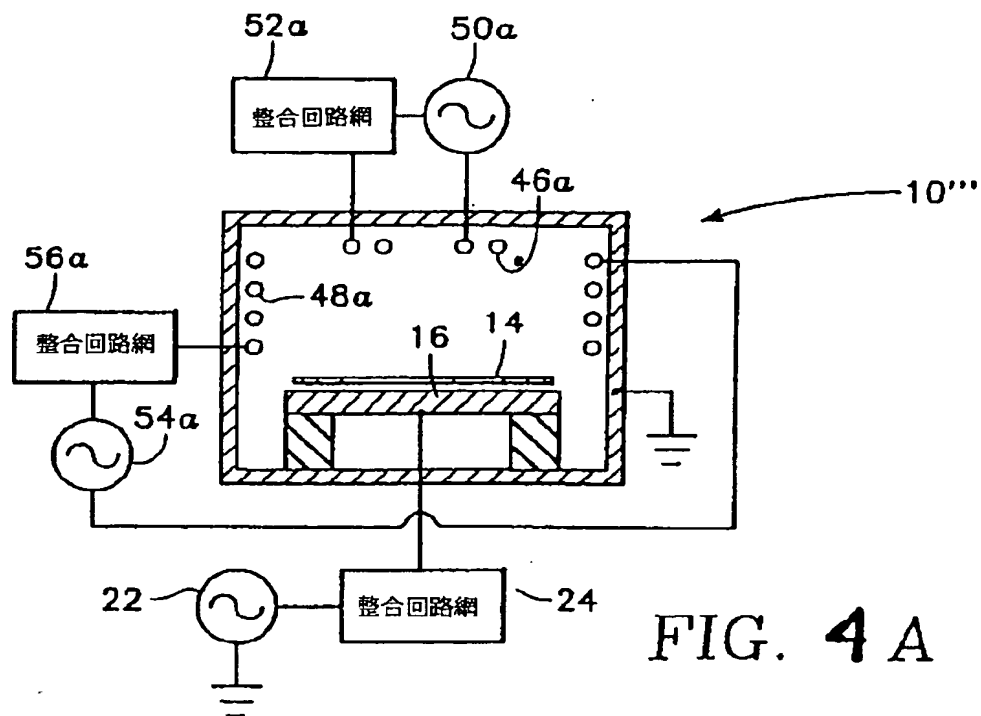


FIG. 4A

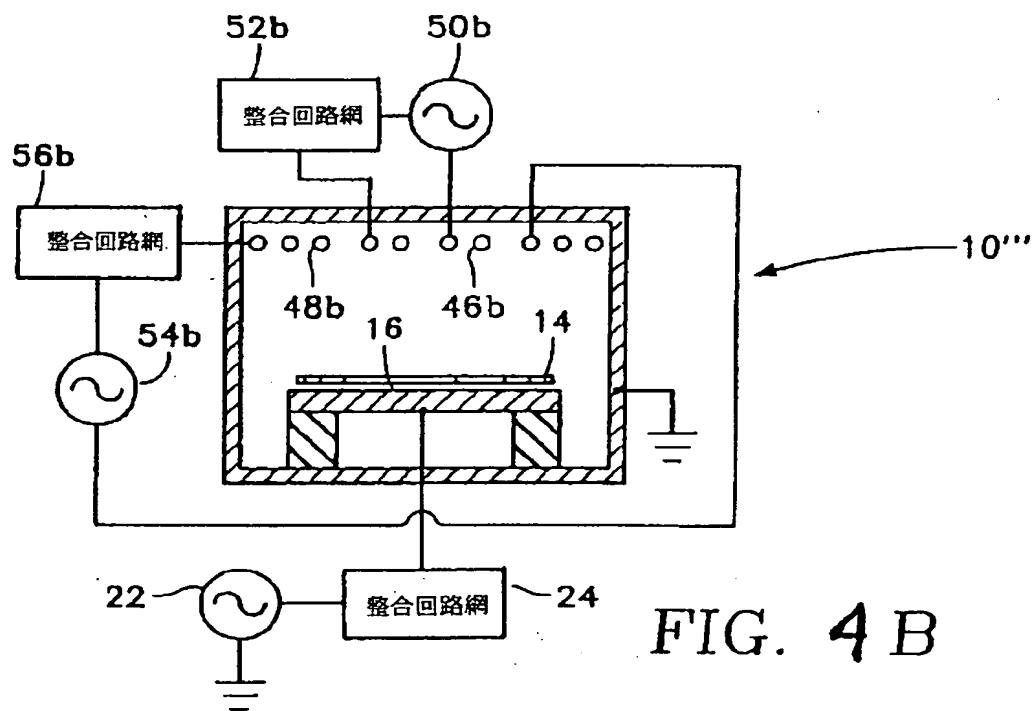


FIG. 4B

[Drawing 4]

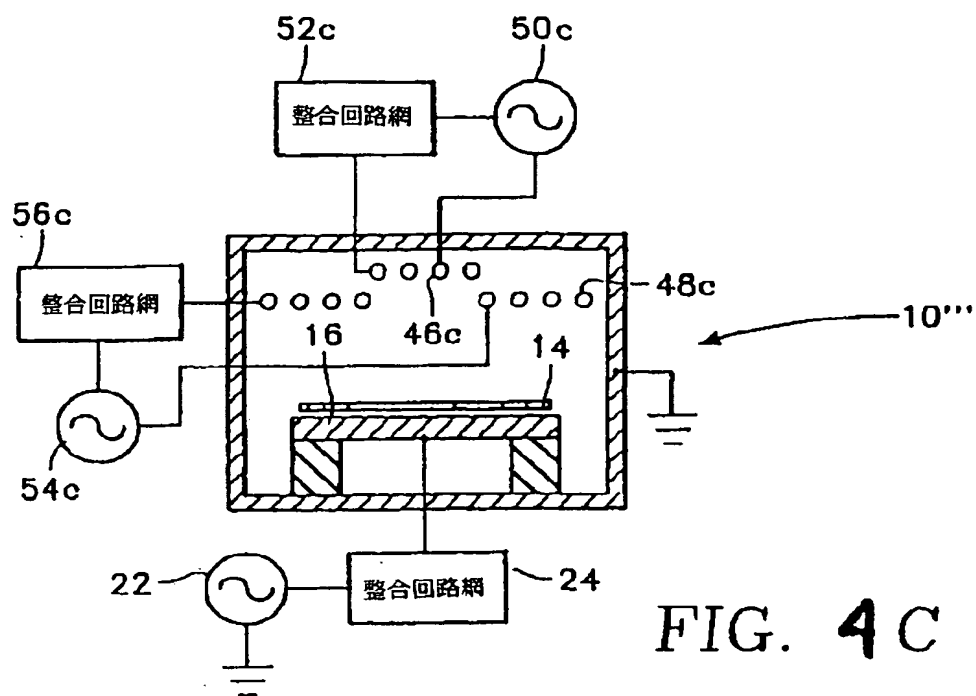


FIG. 4C

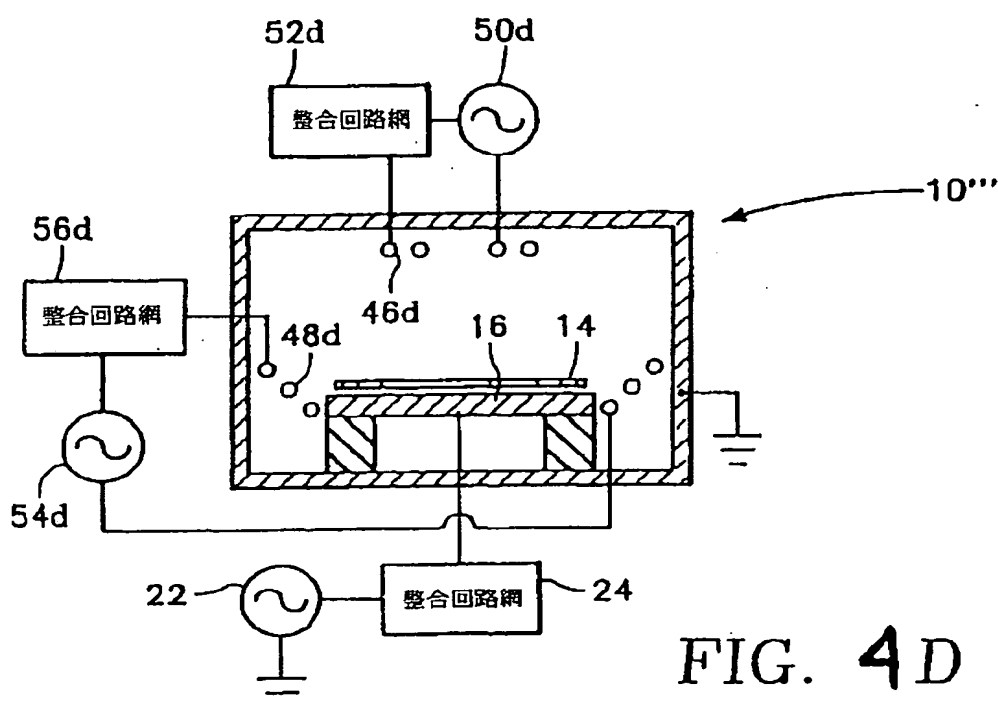


FIG. 4D

[Drawing 4]

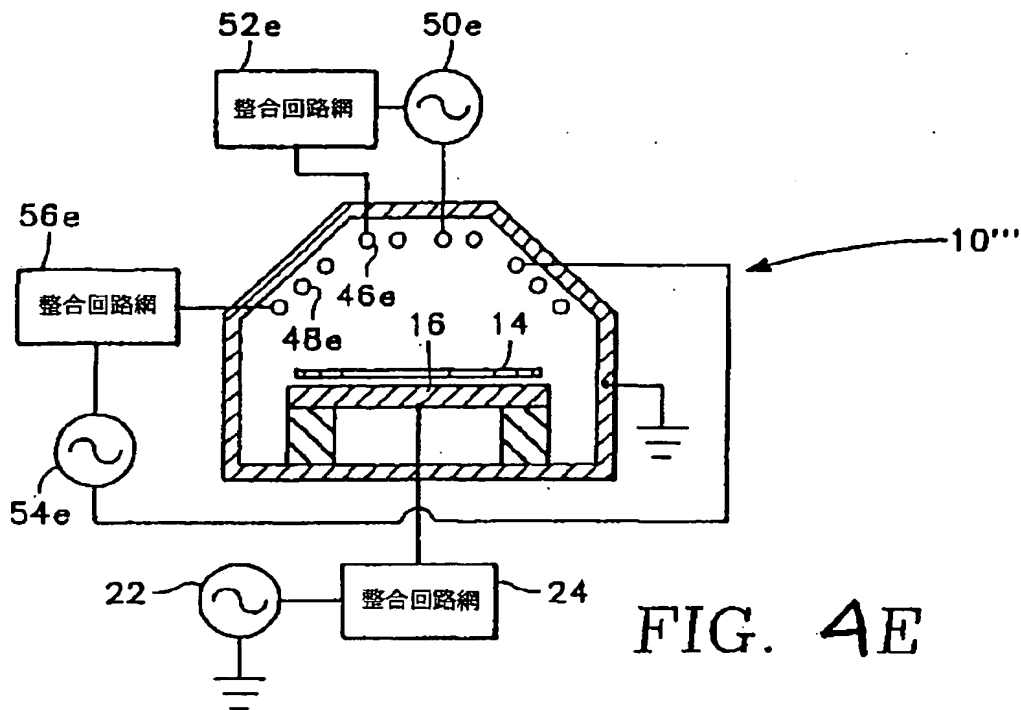


FIG. 4E

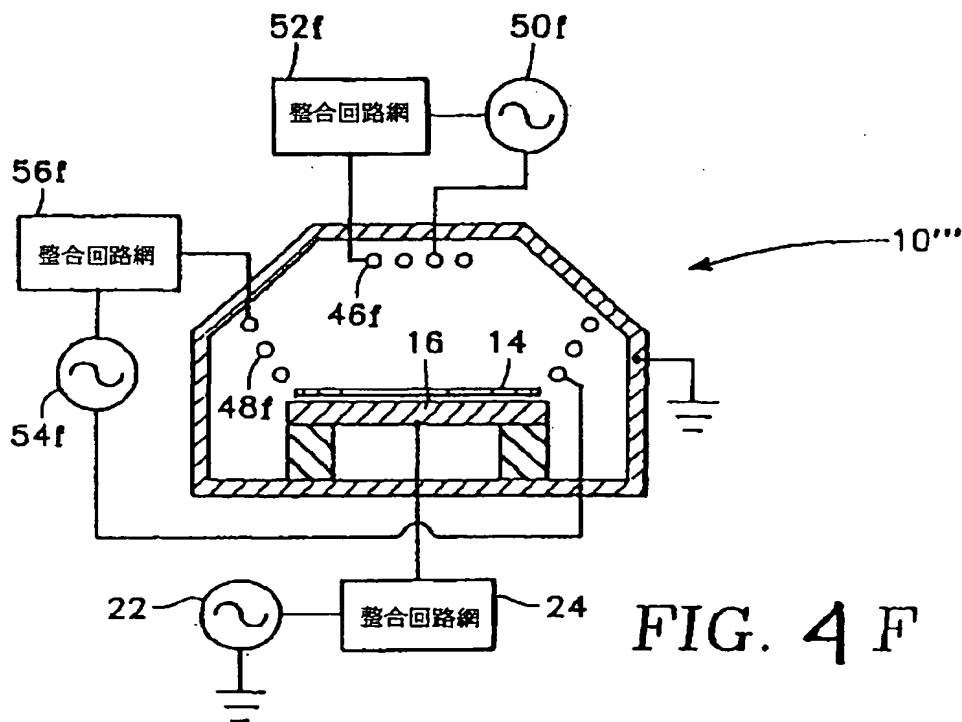


FIG. 4F

[Drawing 5]

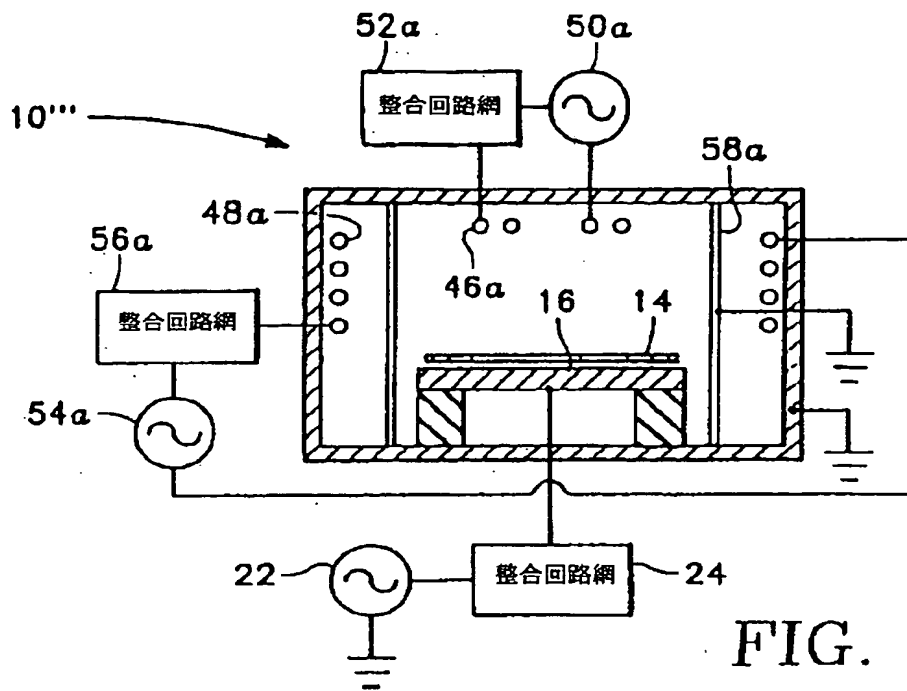


FIG. 5A

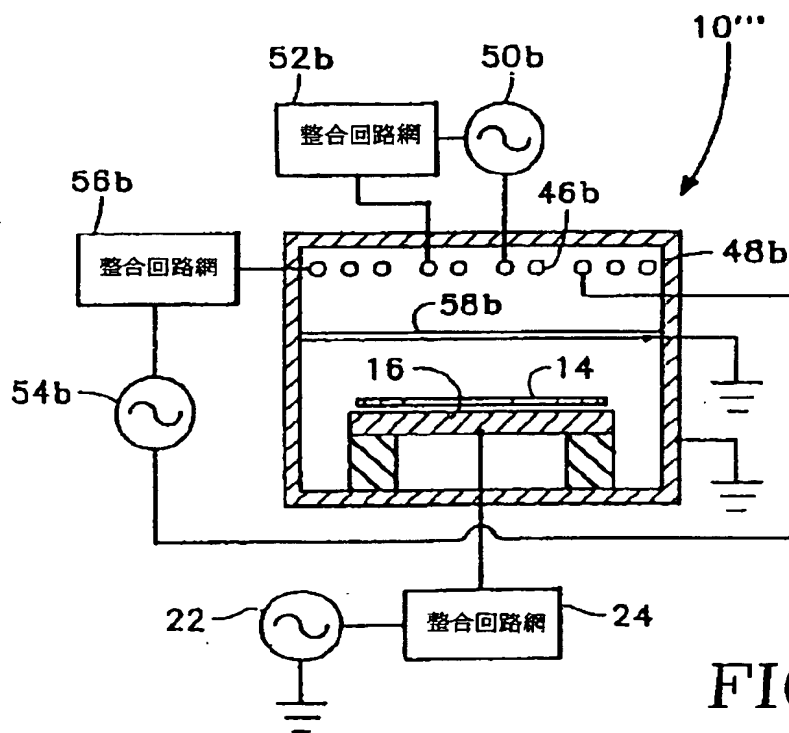


FIG. 5B

[Drawing 6]

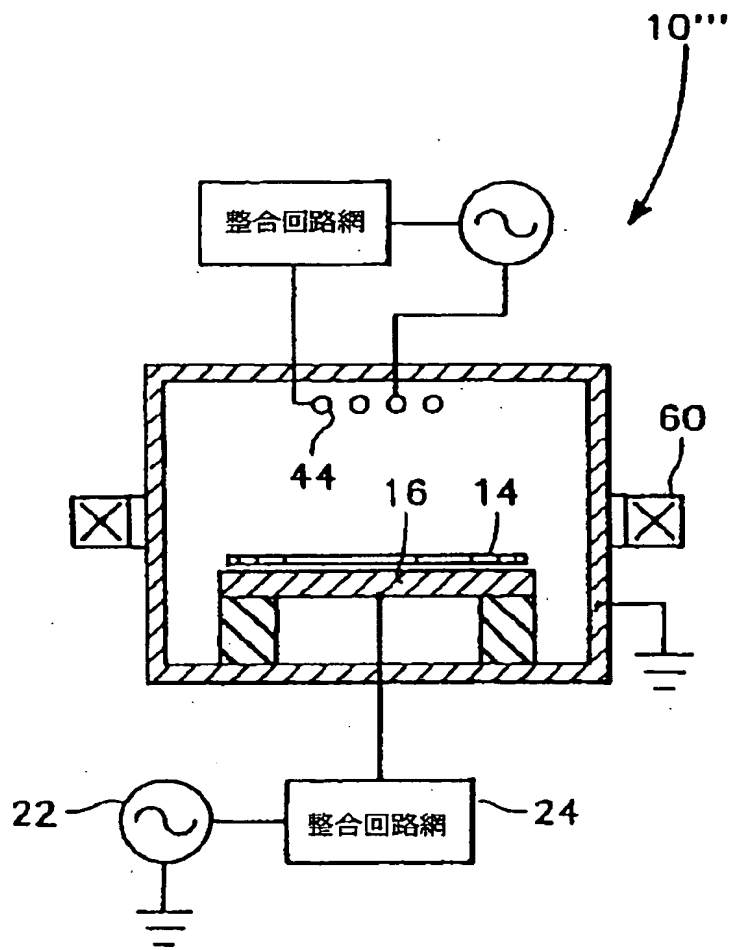


FIG. 6

[Translation done.]

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テーマト* (参考)

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

B

H 0 5 H 1/46

H 0 5 H 1/46

L

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 52 頁)

(21) 出願番号 特願平11-502694

(22) 出願日 平成10年6月2日 (1998. 6. 2)

(85) 翻訳文提出日 平成11年2月5日 (1999. 2. 5)

(87) 出願国 PCT/US 98/11172

(87) 出願国 WO 98/56027

(87) 出願日 平成10年12月10日 (1998. 12. 10)

(31) 優先権主張番号 08/869, 798

(32) 優先日 平成9年6月5日 (1997. 6. 5)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, I T, LU, MC, NL, PT, SE), J P, KR

(71) 出願人 アプライド マテリアルズ, インコーポレイテッド

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サンタクララ パウアーズ アヴェニュー 3050

(72) 発明者 イ, ヤン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サンノゼ ヴァイア サリース 3863

(72) 発明者 オルガド, ドナルド

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 パロアルト メルヴィル アヴェニュー 831

(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外 2 名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内部誘導コイルアンテナと導電性チャンバ壁とを有するRFプラズマエッチリアクタ

(57) 【要約】

導電性壁とチャンバの内部に面した壁の一部分を形成するエッチチャンバを有するRFプラズマエッチリアクタは、チャンバ内に形成されるプラズマを、チャンバ壁からの材料のスパッタリングを防止する。エッチリアクタは、誘導結合によりプラズマを生成するために使用される、エッチチャンバ内に配設された誘導コイルアンテナも有する。チャンバ壁と同様に、誘導コイルアンテナは、プラズマによる、アンテナを作る材料のスパッタリングを防止されている。コイルアンテナは、チャンバ内に所望のパワーデポジションパターンを達成する必要があるどのような構成 (例えば、位置、形状、向き) もとることができる。所望のパワーデポジションパターンを達成するための可能性のあるコイルアンテナ構成の実施形態は、一体型構造又はセグメント化構造を用いてコイルアンテナを構成することを含む。このセグメント化構造は、少なくとも二つの導電性セグメントの使用を伴ない、そこでは各セグメントが他のセグメントから電気的に隔離されて別々のRF信号に接続されている。一体型コイルアンテナ又

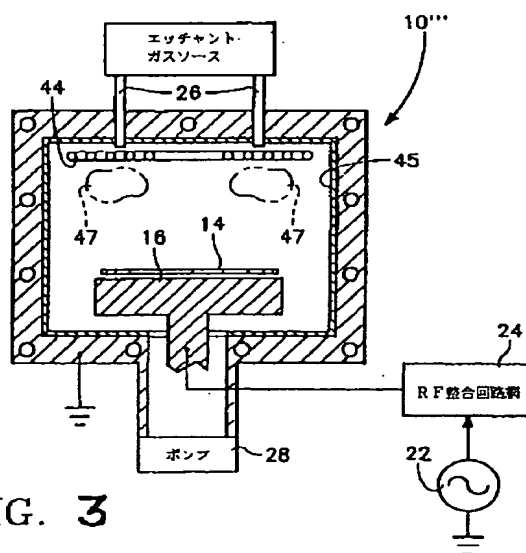


FIG. 3

【特許請求の範囲】

1. エッチチャンバの内部に面した壁の一部分を形成する保護層を備えた、チャンバ壁を有するエッチチャンバであって、該保護層が、前記チャンバ内で形成されるプラズマによる前記チャンバ壁のスパッタリングを防止することができ、
るエッチチャンバと、

前記エッチチャンバの前記内部にエッチャントガスを導入することができるエッチャントガス噴射装置と、

エッチングされるワークピースを保持するために、前記エッチチャンバ内に配設されたペDESTALと、

前記エッチチャンバ内に配設され、誘導結合により前記チャンバ内に前記プラズマを発生するために前記エッチャントガス中にRFエネルギーを放射することができ、プラズマによるアンテナのスパッタリングを防止するように構成されている誘導コイルアンテナと、

を備えるRFプラズマエッチリアクタ。

2. 前記誘導コイルアンテナが一体型構造を有し、RFパワーのソースに結合されている、請求の範囲第1項記載のリアクタ。

3. 前記誘導コイルアンテナが複数のセグメントを備え、該各セグメントが他のセグメントから電気的に隔離され、且つ、別々のRFパワー信号に結合されている、請求の範囲第1項記載のリアクタ。

4. 前記各RFパワー信号が共通RFパワーソースにより発生されて、該共通パワーソースは、各RFパワー信号を異なるパワーレベルと周波数で供給することができる、請求の範囲第3項記載のリアクタ。

5. 前記各RFパワー信号が別々のRFパワーソースにより発生され、該各RFパワーソースが、異なるパワーレベルと周波数を有するRFパワー信号を供給する、請求の範囲第3項記載のリアクタ。

6. 前記エッチチャンバが、(i)ドーム形、(ii)円筒形、又は(iii)円錐台形、のうちの一つの形状を有する、請求の範囲第1項記載のリアクタ。

7. 前記エッチチャンバが、(i)ドーム形、(ii)円筒形、又は(iii)円錐台

形、のうち少なくとも二つから成る集合形状を有する、請求の範囲第1項記載のリアクタ。

8. 前記誘導コイルアンテナの位置、形状、及び向きは、前記チャンバ内のRFパワーデポジションパターンを調整するように選択され、前記パワー分布パターンが、前記チャンバ内でエッチングされるワークピースの表面近傍で最適プラズマ特性を提供するために作られる、請求の範囲第2項記載のリアクタ。

9. 前記各シールド部材を超えるプラズマ領域に、前記誘導コイルアンテナから誘導結合されたRFパワーの量を減少させることができる、少なくとも一つの接地されたシールド部材を更に備え、前記各シールド部材が、前記チャンバ内のRFパワーデポジションパターンを更に調整するために使用される、請求の範囲第8項記載のリアクタ。

10. 前記シールド部材が、(i) ファラデーシールド、又は(ii) 導電性スクリーンのうちの一つである、請求の範囲第9項記載のリアクタ。

11. 前記誘導コイルアンテナと前記ワークピースとの間を移動するプラズマにより形成されるエッチャントガスイオンの数を減らすように方向付けされたブロッキング磁界を、前記チャンバ内に発生することができる磁界発生装置を更に備え、該磁界発生装置が前記チャンバ内のRFパワーデポジションパターンを更に調整するために使用される、請求の範囲第8項記載のリアクタ。

12. 前記磁界発生装置が、(i) 永久磁石、又は(ii) 電磁石の何れか一つである、請求の範囲第11項記載のリアクタ。

13. 前記磁界発生装置により発生された前記ブロッキング磁界は、前記誘導コイルアンテナと前記ワークピースとの間を移動できるエッチャントガスイオンの数を調節するように変化させることができる、請求の範囲第11項記載のリアクタ。

14. 前記誘導コイルアンテナの各セグメントの位置、形状、及び向きは、前記チャンバ内のRFパワーデポジションパターンを調整するように選択され、前記パワー分布パターンは、前記チャンバ内でエッチングを受ける前記ワークピースの表面近傍で最適プラズマ特性を提供するように作られる、請求の範囲第3項記載のリアクタ。

15. 前記RFパワー信号は、前記チャンバ内のRFパワーデポジションパターンを更に調整するように個々に選択される、請求の範囲第14項記載のリアクタ。

16. 前記各シールド部材を超えるプラズマ領域に、前記誘導コイルアンテナのセグメントのうち少なくとも一つから誘導結合されるRFパワーの量を減少させることができる、少なくとも一つの接地されたシールド部材を更に備え、前記各シールド部材が、前記チャンバ内のRFパワーデポジションパターンを更に調整するために使用される、請求の範囲第14項記載のリアクタ。

17. 前記シールド部材が、(i) ファラデーシールド、又は(ii) 導電性スクリューのうちの一つである、請求の範囲第16項記載のリアクタ。

18. 前記誘導コイルアンテナセグメントのうち少なくとも一つと前記ワークピースとの間を移動するプラズマにより形成されるエッチャントガスイオンの数を減らすように方向付けされたブロッキング磁界を、前記チャンバ内に発生することができる磁界発生装置を更に備え、前記磁界発生装置が前記チャンバ内のRFパワーデポジションパターンを更に調整するために使用される、請求の範囲第14項記載のリアクタ。

19. 前記磁界発生装置が、(i) 永久磁石、又は(ii) 電磁石の何れか一つである、請求の範囲第18項記載のリアクタ。

20. 前記磁界発生装置により発生された前記ブロッキング磁界が、前記少なくとも一つの誘導コイルアンテナのセグメントと前記ワークピースとの間を移動可能なエッチャントガスイオンの数を調節するように変化させることができる、請求の範囲第18項記載のリアクタ。

21. 前記誘導コイルアンテナが、(i) 平坦形、(ii) 円筒形、(iii) 円錐台形、又は(iv) ドーム形のうちの一つの形状を有する、請求の範囲第2項記載のリアクタ。

22. 前記誘導コイルアンテナが、(i) 平坦形、(ii) 円筒形、(iii) 円錐台形、又は(iv) ドーム形のうち少なくとも二つから成る集合形状を有する、請求の範囲第2項記載のリアクタ。

23. 前記誘導コイルアンテナの各セグメントが、(i) 平坦形、(ii) 円筒

(iii) 円錐台形、又は(iv)ドーム形のうちの一つの形状を有する、請求の範囲第3項記載のリアクタ。

24. 前記誘導コイルアンテナの複数のセグメントのうち少なくとも一つが、
(i) 平坦形、(ii) 円筒形、(iii) 円錐台形、又は(iv)ドーム形のうち少なくとも二つから成る集合形状を有する、請求の範囲第3項記載のリアクタ。

25. 前記保護層を形成していない前記チャンバ壁の部分が、接地された導電性材料を含む、請求の範囲第1項記載のリアクタ。

26. 前記接地された導電性材料がアルミニウムを含み、前記保護層が酸化アルミニウムを含む、請求の範囲第25項記載のリアクタ。

27. 前記保護層が導電性セラミック材料を含む、請求の範囲第25項記載のリアクタ。

28. 前記保護層が炭化ホウ素を含む、請求の範囲第25項記載のリアクタ。

29. 前記ペDESTALが、前記ワークピースの表面でバイアス電圧を生成するように、RFパワーのソースに結合され、前記ペDESTALは、前記バイアス電圧が最大限可能な負の値を有するようにするために、エッチチャンバの壁の内面の表面積より十分に小さい外側表面積を有する、請求の範囲第25項記載のリアクタ。

30. 前記導電性材料が高い熱伝導率を示し、前記エッチチャンバの前記壁が、前記チャンバの内部から冷却媒体流体に熱を伝達するように、中を通る冷却媒体流体の流れを持続させることができる冷却チャンネルを備え、前記冷却チャンネルが、前記チャンバ内の前述の温度範囲を維持するために使用される、請求の範囲第25項記載のリアクタ。

31. 前記エッチャントガス噴射装置が、前記エッチチャンバの前記壁の内部に配設される噴射ガスインレットを備え、前記インレットが、比較的高いパワーデポジションを示す前記チャンバ内の領域に近接して配置されている、請求の範囲第1項記載のリアクタ。

32. 前記導電性コイルアンテナが導電性セラミック材料を含む、請求の範囲

第1項記載のリアクタ。

33. 前記導電性コイルアンテナが炭化ホウ素を含む、請求の範囲第1項記載のリアクタ。

34. 前記誘導コイルアンテナが、金属で形成されたコアと、導電性セラミック材料で成形された外側ジャケットとを備える、請求の範囲第1項記載のリアクタ。

35. 前記導電性セラミック材料が炭化ホウ素を含む、請求の範囲第34項記載のリアクタ。

36. 前記誘導コイルアンテナが、中空内部を備えるチューブ構造を有し、前記中空内部により形成されたチャネルが、前述の温度範囲内に前記アンテナを維持するように、中を通る冷却媒体流体の流れを持続させることができる、請求の範囲第1項記載のリアクタ。

37. エッチチャンバを有するエッチチャンバと、
前記エッチチャンバの前記内部にエッチャントガスを導入することができるエッチャントガス噴射装置と、

エッチングされるワークピースを保持するために、前記エッチチャンバ内に配設されたペDESTALと、

一体型構造を有し、前記エッチチャンバ内に配設されて、前記エッチャントガス中にRFエネルギーを放射して誘導結合によりプラズマを発生する誘導コイルアンテナと

を備えるRFプラズマエッチリアクタ。

38. 前記誘導コイルアンテナの位置、形状、及び向きは組み合わされて、前記エッチチャンバ内でエッチングを受けるワークピースの表面近傍で前述の最適プラズマ特性を生成する、前記チャンバ内の特定のRFパワーデポジションパターンを形成する、請求の範囲第37項記載のリアクタ。

39. 前記各シールド部材を超えるプラズマ領域に誘導結合される前記誘導コイルアンテナからのRFパワーの量を減少させることができる、少なくとも一つの接地されたシールド部材を更に備え、前記各シールド部材は、前記チャンバ内

の特定のRFパワーデポジションパターンの形成を支援するために使用される、請求の範囲第38項記載のリアクタ。

40. 前記誘導コイルアンテナと前記ワークピースとの間を移動するプラズマ

により形成されるエッチャントガスイオンの数を減らすように方向付けされたブロック磁界を、前記チャンバ内に発生することができる磁界発生装置を更に備え、前記磁界発生装置が前記チャンバ内の特定のRFパワーデポジションパターンの形成を支援するために使用される、請求の範囲第38項記載のリアクタ。

41. 前記磁界発生装置により発生された前記ブロック磁界は、前記誘導コイルアンテナと前記ワークピースとの間を移動することができるエッチャントガスイオンの数を調節するように変化させることができる、請求の範囲第40項記載のリアクタ。

42. 前記誘導コイルアンテナが、(i)平坦形、(ii)円筒形、(iii)円錐台形、又は(iv)ドーム形のうちの一つの形状を有する、請求の範囲第37項記載のリアクタ。

43. 前記誘導コイルアンテナが、(i)平坦形、(ii)円筒形、(iii)円錐台形、又は(iv)ドーム形のうち少なくとも二つから成る集合形状を有する、請求の範囲第37項記載のリアクタ。

44. チャンバを有するエッチチャンバと、

前記エッチチャンバの前記内部にエッチャントガスを導入することができるエッチャントガス噴射装置と、

エッチングされるワークピースを保持するために、前記エッチチャンバ内に配設されたペDESTALと、

前記エッチチャンバ内に配設された複数のセグメントを備えた誘導コイルアンテナを備え、前記各セグメントは他のセグメントから電氣的に隔離されて別々のRFパワー信号に結合され、前記セグメントは前記エッチャントガス中にRFエネルギーを放射して誘導結合により前記チャンバ内でプラズマを発生することができる、RFプラズマエッチリアクタ。

45. 各RFパワー信号が共通RFパワーソースにより発生されて、前記共通

パワーソースが、異なるパワーレベルと周波数を各RFパワー信号に供給することができる、請求の範囲第44項記載のリアクタ。

46. 前記各RFパワー信号が別々のRFパワーソースにより発生されて、前記各RFパワーソースが、異なるパワーレベルと周波数を有するRFパワー信号

を供給することができる、請求の範囲第44項記載のリアクタ。

47. 前記誘導コイルの各セグメントの位置、形状、及び向きが、前記チャンバ内のエッチングを受けるワークピースの表面近傍で前述の最適プラズマ特性を生成する前記チャンバ内の特定のRFパワーデポジションパターンを形成するように組み合わされた請求の範囲第44項記載のリアクタ。

48. 前記RFパワー信号は、前記チャンバ内の特定のRFパワーデポジションパターンの形成を支援するように個々に選択される、請求の範囲第47項記載のリアクタ。

49. 前記誘導コイルアンテナのセグメントのうち少なくとも一つから前記各シールド部材を超えるプラズマ領域に誘導結合されたRFパワーの量を減少させることができる、少なくとも一つの接地されたシールド部材を更に備え、前記各シールド部材が、前記チャンバ内の特定のRFパワーデポジションパターンの形成を支援するために使用される、請求の範囲第47項記載のリアクタ。

50. 前記誘導コイルアンテナセグメントのうち少なくとも一つと前記ワークピースとの間を移動するプラズマにより形成されるエッチャントガスイオンの数を減らすように方向付けされたブロッキング磁界を、前記チャンバ内に発生することができる磁界発生装置を更に備え、該磁界発生装置が前記チャンバ内の特定のRFパワーデポジションパターンの形成を支援するために使用される、請求の範囲第47項記載のリアクタ。

51. 前記磁界発生装置により発生された前記ブロッキング磁界が、少なくとも一つの前記誘導コイルアンテナセグメントと前記ワークピースとの間を移動することができるエッチャントガスイオンの数を調節するように変化させることができる請求の範囲第50項記載のリアクタ。

52. 前記誘導コイルアンテナの各セグメントが、(i)平坦形、(ii)円筒

形、(i)円筒形、又は(iv)ドーム形のうちの一つの形状を有する、請求の範囲第44項記載のリアクタ。

53. 前記誘導コイルアンテナ少なくとも一つのセグメントが、(i)平坦形、(ii)円筒形、(iii)円錐台形、又は(iv)ドーム形のうち少なくとも二つから成る集合形状を有する、請求の範囲第44項記載のリアクタ。

54. RFプラズマエッチリアクタ内に保持されたワークピースをエッチングする方法であって、

前記エッチチャンバの内部に面した壁の一部分を形成している保護層を備えたチャンバ壁を有するエッチチャンバを使用するステップであり、前記保護層が、前記チャンバ内で形成されたプラズマによる前記チャンバ壁のスパッタリングを防止することができるステップと、

前記エッチチャンバの内部にエッチャントガスを導入するステップと、

エッチングされるワークピースを保持するために、前記エッチチャンバ内に配設された導電性ペDESTALを使用するステップと、

前記エッチチャンバ内に配設された誘導コイルアンテナを用いて誘導結合により前記チャンバ内にプラズマを発生して、前記エッチャントガス中にRFエネルギーを放射するステップであって、前記誘導コイルアンテナが、プラズマによるアンテナのスパッタリングを防止するように構成されているステップと、を有するエッチング方法。

55. 前記ワークピースの表面でバイアス電圧を生成するように、RFパワーのソースに前記ペDESTALを結合するステップを更に有し、前記ペDESTALが、前記バイアス電圧が最大限可能な負の値を有するように、前記エッチチャンバの壁の内面の表面積より十分に小さい外側表面積を有する、請求の範囲第54項記載の方法。

56. 前記チャンバ中に誘導結合されるパワーの量が、前記誘導コイルアンテナに供給されるRFパワーの量を調節することにより調整され、前記チャンバ中に容量結合されるパワーの量が、前記ペDESTALに供給されるRFパワーの量を調節することにより調整され、誘導結合及び容量結合されるRFパワーの前記量

は、前記プラズマ前記エッチャント種組成を作るため、及び前記リアクタが広い圧力範囲にわたって作動できるように、前記チャンバ内でのプラズマの点火と持続が可能なままで調整される、請求の範囲第55項記載の方法。

57. 前記エッチャントガスを導入する前記ステップが、比較的に高いパワーデポジションを示す前記チャンバ内領域に近接した位置で前記エッチングチャンバの壁内部に配設されたインレットからガスを導入するステップを備える、請求

の範囲第54項記載の方法。

58. RFプラズマエッチリアクタ内に保持されるワークピースをエッチングする方法であって、

チャンバ壁を有するエッチチャンバを使用するステップと、

前記エッチチャンバの内部にエッチャントガスを導入するステップと、

前記エッチチャンバ内に配設された一体型構造の誘導コイルアンテナを用いて誘導結合により前記チャンバ内にプラズマを発生するために、前記エッチャントガス中にRFエネルギーを放射するステップと、

を有するエッチング方法。

59. 前記誘導コイルアンテナの位置、形状、及び向きの組み合わせを用いて、前記チャンバ内に特定のRFパワーデポジションパターンを形成することにより、エッチングを受ける前記ワークピースの表面近傍で、前述のプラズマ特性を生成するステップを更に有する、請求の範囲第58項記載の方法。

60. 前記チャンバに特定のRFパワーデポジションパターンを形成する前記ステップが、前記誘導コイルアンテナから、各シールド部材を超えるプラズマの領域に誘導結合されるRFパワーの量を減らすことができる接地された少なくとも一つの前記シールド部材を用いるステップを備える、請求の範囲第59項記載の方法。

61. 前記チャンバ内で特定のRFパワーデポジションパターンを形成する前記ステップが、前記誘導コイルアンテナと前記ワークピースとの間を移動するプラズマにより形成されるエッチャントガスイオンの数を減らすように方向付けされたブロッキング磁界を、前記チャンバ内に生成するステップを有する、請求の

範囲第 59 項記載の方法。

62. 前記誘導コイルアンテナと前記ワークピースとの間での移動ができるエッチャントガスイオンの数を調節するように、前記ブロッキング磁界を変えるステップを更に有する、請求の範囲第 61 項記載の方法。

63. RF プラズマエッチリアクタ内に保持されるワークピースをエッチングする方法であって、チャンバ壁を有するエッチチャンバを使用するステップと、

前記エッチチャンバの内部にエッチャントガスを導入するステップと、

前記エッチチャンバ内に配設される複数のセグメントを備える誘導コイルアンテナを用いて、誘導結合により前記チャンバ内にプラズマを発生するために前記エッチャントガス中に RF エネルギーを放射するステップであって、各セグメントは、他のセグメントから電氣的に隔離されて、別々の RF パワー信号に結合されている、エッチング方法。

64. 前記誘導コイルの各セグメントの位置、形状、及び向きの組み合わせを用いて、前記チャンバ内に特定の RF パワーデポジションパターンを形成することにより、エッチングを受ける前記ワークピースの表面近傍で、前述のプラズマ特性を生成するステップを更に有する、請求の範囲第 63 項記載の方法。

65. 前記チャンバ内に特定の RF パワーデポジションパターンを形成する前記ステップが、前記 RF パワー信号のレベルを個々に設定するステップを有する、請求の範囲第 64 項記載の方法。

66. 前記チャンバに特定の RF パワーデポジションパターンを形成する前記ステップが、前記誘導コイルのセグメントの少なくとも一つから、各シールド部材を起えるプラズマの領域に誘導結合される RF パワーの量を減らすことができ、接続された少なくとも一つの前記シールド部材を用いるステップを有する請求の範囲第 64 項記載の方法。

67. 前記チャンバ内で特定の RF パワーデポジションパターンを形成する前記ステップが、前記誘導コイルアンテナセグメントの少なくとも一つと前記ワークピースとの間を移動するプラズマにより形成されるエッチャントガスイオンの

数を減らすよう方向付けされたブロッキング磁界を、前記チャンバ内に生成するステップを備える、請求の範囲第64項記載の方法。

68. 前記少なくとも一つの誘導コイルアンテナセグメントと前記ワークピースとの間での移動ができるエッチャントガスイオンの数を調節するように、前記ブロッキング磁界を変えるステップを更に備える、請求の範囲第67項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

内部誘導コイルアンテナと導電性チャンバ壁とを有する

R F プラズマエッチリアクタ

発明の背景

技術分野

本発明は、R F プラズマエッチリアクタに関し、より詳細には、内部誘導コイルアンテナと導電性チャンバ壁とを使用するようなリアクタに関する。

背景技術

現在入手可能なタイプの通常の誘導結合プラズマエッチリアクタを図 1 に示す。このリアクタは、誘導コイル 12 に囲まれた真空チャンバ 10 を有する。通常は半導体ウェーハであるワークピース 14 が、ペDESTAL 16 上のチャンバ 10 の内側に支持されている。チャンバ内に R F パワーを提供するために、誘導コイルアンテナ 12 がチャンバ 10 の外側に巻回され、且つインピーダンス整合回路網 20 を介して無線周波 (R F) パワージェネレータ 18 に接続されている。更に、バイアス R F パワージェネレータ 22 及び関連するインピーダンス整合回路 24 が、ペDESTAL 16 に接続されて、ワークピース 14 にバイアスをかけるために使用されている。チャンバ壁 30 は、チャンバ 10 内に結合される R F パワーの減衰を最少化するように、通常は石英又はセラミックである電気絶縁材料で構成されている。絶縁性チャンバ壁 30 の下には導体性材料で作られたチャンバの一部分 34 があり、ペDESTAL 16 を囲んでいる。この導体性部分 34 は接地され、ペDESTAL 16 に供給される R F パワーのためのグランドとして機能している。また、冷却チャンネル 32 が導体性部分 34 内に形成されている。冷却媒体流体はチャンネル 32 を通して圧送され、チャンバ温度が、実行されるエッチングプロセスに望ましい特定のレベルに維持されるように、チャンバ 10 の内部から熱を運び去る。チャンバ壁 30 の外部も同じ原理で冷却される。しかし、石英及びセラミック等の絶縁材料を、内部の冷却チャンネルとともに成形することは容易ではないので、壁 30 の外面は、通常は、強制空気対流法によって冷却される。エッチャントガスが、ガス噴射ポート 26 を介してチャンバ 10 に導入される。

真空ポンプ28が、チャンバ10を所望チャンバ圧まで排気する。

動作時には、エッチャントガスがチャンバ10の内部に導入されて、コイル12によって誘導結合されるRFパワーにより、チャンバ内でプラズマが発生される。このプラズマが、エッチャントガスから、ワークピース14をエッチングするために使用されるエッチャント種（例えば、イオンやラジカル）を生成する。異方性エッチングプロセスの重要な要素は、プラズマ中に生成されたイオンとワークピース14との衝突である。イオンが示すエネルギー及び指向性、そしてプラズマ中のイオン密度は、得られるエッチングされたワークピース14の品質を大部分を決める重要なファクタである。これらのファクタが、エッチングの均一性、エッチングレート、フォトリジスト選択性、エッチングプロフィルの真直度、そして側壁エッチング特徴部の平滑度を実質的に決める。例えば、等方性エッチングを回避して、エッチングレートを最大にするには、ワークピース14の表面での高いプラズマイオンエネルギーが望ましい。しかし、高すぎるイオンエネルギーは、高いフォトリジスト損失等、不良なエッチング結果をもたらし、ワークピース14上で形成中のデバイスに損傷を与えることになる。従って、プラズマイオンエネルギーは、エッチング品質が実質的に劣化を始める、及び／又はデバイスの損傷が不合格となるしきい値を下まわり且つその付近に保たれるのが理想的である。同様に、高いエッチングレートを維持するには高いプラズマイオン密度が望ましい。本質的には、イオンが多いほど、そのエネルギーに係わりなく、ワークピース14はより速くエッチングされる。

図1の誘導結合リアクタにおいて、プラズマイオン密度は、コイル12を介してチャンバ内に結合されるRFパワーの量によって実質的に制御されている。大抵、結合されるパワーが多いほど、プラズマイオン密度が高い。従って、ほとんどの場合、プラズマイオン密度は、RFパワージェネレータ18によりコイル12に供給される適量のRFパワーを選択することにより所望のレベルに保持されることができる。しかし、コイル12によりチャンバ内に結合されるRFパワーは、ワークピース14の表面でのプラズマイオンエネルギーに実質的な影響を与え

ることはない。ワークピースの表面におけるイオンエネルギーの制御は、従来から

、バイアスRFパワージェネレータ22を用い、ペDESTAL16を介してチャンバ内にRFパワーを容量結合することにより行われている。理論的には、ペDESTAL16に供給されるバイアスパワーはチャンバ10内で生成されるイオン密度に実質的に影響を与えず、もってイオン密度とイオンエネルギーの制御を減結合している。

しかし、ペDESTAL16に加えられるバイアスRFパワーにより制御されるプラズマイオンエネルギーは、チャンバの接地部分34の表面積に対するペDESTALの表面積の比により影響を受ける。ペDESTAL16は陰極として作用し、接地部分34は陽極として働いて、容量結合回路を形成する。チャンバ10の内面の大部分は、コイル12からチャンバ内へパワーの誘導結合を最大にするために絶縁チャンバ壁30により形成されているので、接地部分34に関連する表面積は必然的に制限され、通常は、ペDESTAL16の表面積に対して大きすぎることはない。従来の誘導結合エッチリアクタでは、接地部分34の表面積とペDESTAL16の表面積との大きさが接近し過ぎているので、イオンエネルギーの制御に問題を生じていた。ペDESTAL16の表面積が接地部分34のそれよりも小さい場合、ワークピース14の表面での平均電圧(DCバイアス電圧と称されることが多い)は負である。この平均負電圧は、プラズマからワークピース14に、正に帯電したイオンを吸引するために使用される。しかし、ペDESTAL16の表面積が、(従来の誘導結合プラズマエッチリアクタの場合に通常であるように)接地部分の表面積よりほんの僅か小さい場合、ワークピース14の表面での平均負電圧は比較的小さい。この小さなバイアス電圧が弱い吸引力、ひいては比較的低い平均イオンエネルギーをもたらす。最大エッチレートを確保して、ワークピース14上に形成されるデバイスに何らの実質的な損傷も与えないことを確保するには、プラズマイオンエネルギーを最適化するように、従来の誘導結合プラズマエッチリアクタを使用して通常に得られるよりも高い負のバイアス電圧値が必要である。理論的には、接地部分34の表面積を、ペDESTAL16の表面積に比して十分大きくすることによって、ワークピース14の表面での最大限可能な負の平均電圧、すなわち、ピーク-ピーク電圧の1/2を生成する。

前述の誘導結合エッチリアクタは、従来、ワークピース14の表面からアルミニウムをエッチングするために使用されていた。このエッチングプロセスは、大部分が、リアクタチャンバ10の壁に堆積する傾向のあるフォトレジスト片と塩化アルミニウム ($AlCl_3$) とを含む副生成物を作り出していた。アルミニウムエッチングのこの副生成物は、プラズマ特性 (例えば、プラズマイオンの密度とエネルギー) に実質的な影響を及ぼさない。というのは、それらのほとんどは、全体的には非導体性だからである。しかし、ワークピース14の表面からその他の金属、例えば、とりわけ銅 (Cu)、白金 (Pt)、タンタル (Ta)、ロジウム (Rh)、及びチタン (Ti)、をエッチングすることも望まれる。これら金属のエッチングは、図1の従来のエッチリアクタを使用する場合、これら金属のエッチング副生成物が導体性となる傾向があるので問題を生じていた。すなわち、チャンバ壁上に導体性皮膜が形成される。この導体性皮膜は、コイル12によりチャンバ内に結合されるRFパワーを減衰させる効果を有している。コイル12は磁界を生成し、その結果、パワーがチャンバ内に結合される。コイル12の下チャンバ内面が導体性材料で被覆されると、この材料中に渦電流が生成され、それにより、或る程度まで磁界が減衰されて、チャンバ10の内部に結合されるパワー量が減少される。連続するエッチングプロセスにわたって、導体性皮膜が厚さ方向に堆積するにつれて、減衰も次第に増加し、プラズマ中に結合するパワーは次第に減少する。100個のワークピースの処理後、プラズマ中に結合されるパワーには10~20%の減少が発生することが判明した。加えて、導体性皮膜が、チャンバの接地された陽極部分34に電気的に結合する可能性があるので、陽極面積が事実上増加する。この陽極面積の増加は、前述の負のDCバイアス電圧を増加させる傾向がある。この変えられた有効陽極面積に起因するバイアス電圧の変化は、ペDESTALからのRFパワーの容量結合に望ましくない増加をもたらす。

徐々に進行する、誘導結合RFパワーの減少及び容量結合RFパワーの増加は、エッチングプロセスに逆効果を及ぼす。例えば、プラズマイオン密度は誘導結合RFパワーの減少が原因で低下し、プラズマイオンエネルギーは容量結合パワーの増加が原因で増加する。RFパワーレベルは、エッチングプロセスに先立って設定されてプラズマイオンの密度とエネルギーとを最適化するのが通常なので、ど

の

ような変化も、エッチング品質に望ましくない影響を与え得るだろう。チャンバ10を被覆する導電性エッチング副生成物により引き起こされるパワー結合の変化も、同様に他のエッチングプロセスパラメータ及びプラズマ特性に影響を与える。例えば、フォトリジスト選択性は低下し、エッチング停止深さが減り、イオンの電流／エネルギーの分布、そしてエッチングレートが悪影響を受ける。変化したこれらのパラメータ及び特性は、異なる、そして不合格の場合が多い、ワークピースのエッチング特性（低度のフォトリジスト選択性、低度のエッチングレート均一性又はエッチングレート移行、及びデバイス損傷等）をもたらす。わずか2、3枚のワークピース14をエッチングした後でさえ、エッチングプロファイルの望ましくない変化が観察されることが判明した。エッチングプロセスパラメータとプラズマ特性に及ぼすこの逆効果に加えて、チャンバ10内への減少したRFパワーの結合が、プラズマの点火と維持に伴う問題を引き起こすことが判明した。

無論、誘導結合パワーの減少は、コイル12に供給されるRFパワーを増加させることにより補償され得るであろう。同じように、容量結合パワーの増加は、ベデナコル16に供給されるRFパワーを減らすことにより補償できる。更に、チャンバ壁は、非導電性副生成物を生成するアルミニウム等の材料をエッチングするときに通常必要とするよりも多く洗浄されることができる。しかし、これらのタイプの周辺作業は、実用的でないのが一般的である。エッチングリアクタのユーザは、リアクタメーカが提供する「レシピ」と称すものに従ってそれぞれのRFパワーレベルを設定することを優先するのが通常である。レシピから外れて導電性堆積物を補償しなければならないことは、ほとんどのユーザには受け入れ難いであろう。更に、前述の逆効果は予想不能と考えられるので、補償に必要とされるRFパワー設定値の必要な変更を予め決めることはできないであろう。このように、ユーザが監視計画 (monitoring scheme) の何らかの形態を使用しない限り、RFパワー入力値の必要とされる補償変更を実行することは、ユーザにとってほとんど不可能であろう。現実的に、実行可能な唯一の解決策は、各エッ

エッチング作業終了後に、しばしば、多分できるだけ何回も洗浄することになる。

しかし、洗浄回数の増加（例えば、アルミニウムをエッチングする際に必要な回数を超えて）は、スルーットレートを低下させ、コストを実質的に増加させるので、ほとんどのユーザにとって受け入れ難いであろう。

図1に示すような従来の誘導結合エッチリアクタに伴う別の欠点は、この構造によって、チャンバ10内での、パワーデポジション (power deposition) とエッチャント種拡散が制限されることである。エッチングリアクタのチャンバ10内でのパワーデポジションは、チャンバの内側でのパワーの分布に関係する。

例えば、図1の破線で表わした領域11は、それら領域がコイル12に近接している領域のパワーデポジションを示す。ところが、ワークピース14付近など、これらの領域11から離れたパワーデポジションはもっと低い。しかし、

多くの用途において、ワークピース14の露出面の直近にあるチャンバの領域が高いパワーデポジションを呈することが望ましい。例えば、ワークピース14の露出面付近の高いパワーデポジションは、その領域に高いプラズマイオン密度を生成するために有利に使用され得る。可能であれば、チャンバの形状を変えてコイル12を移動させ、それにより高いパワーデポジションの領域をワークピース14に近づけることができるだろう。様々なチャンバ形状が周知である。

例えば、ドーム形チャンバが時々使用されて、そこでは、コイルが、同じくドーム形を形成する外側の周りに巻かれている。しかし、高いパワーデポジションの領域をワークピースに対して最も有利な位置にしようとするとき、チャンバをどのように形成するかということに対して制限がある。これらの制限は、チャンバの形状も、プラズマの特性及びそれに関連するエッチング処理パラメータに実質的な影響を及ぼすという事実から導かれる。このように、チャンバの形状と、チャンバ内の所望のパワーデポジションパターンとの間で妥協がなされねばならない。通常、このことは、チャンバ内のパワーデポジションの最適化を阻害する

上述の他のファクタは、エッチャント種拡散である。この語は、エッチャント種が大量に形成されやすい高いパワーデポジションを有する領域等の高濃度領域

からより低い濃度領域に移動する、エッチャント種の傾向を指す。拡散パターンは、関係する特定のタイプのエッチャント種に依存し、一つのパターンから別のパターンに大きく変わることができる。このように、チャンバ内のパワーデポジションプロセスを作ってプラズマ中に形成されるエッチャント種の拡散特性を

利用することにより、ワークピース14の露出面近傍のプラズマ性質 (make-up) に影響を与えることができる。故に、ワークピース14の露出面から離れた高いパワーデポジションの領域11を得る一方、この表面近傍の領域で所望のプラズマ特性を生成することは依然として実行可能である。しかし、ワークピース14近傍の領域への拡散を望まれる特定の種が、比較的短い寿命を有するタイプである場合、つまり短すぎて、拡散プロセスでワークピース近傍の領域内にその種がもたらされたであろうときまでには、最早その種が存在しない場合に問題が生ずる。異なる形に作られたチャンバを使用することは、高いパワーデポジション領域11をワークピースにより近づけるのに役立ち、それにより所望の短命エッチャント種は、その存在中、ワークピース14に到達することをより可能にすることであろう。しかし、この再形成は、チャンバ形状が、形状に関連してプラズマ特性に及ぼす影響に対してバランスさせねばならない。チャンバは、多くの周知の短命エッチャント種をワークピース14の表面に確実に存在させることのために必要な程度まで再形成されることはできないということが判明した。例えば、図1に示す従来のリアクタ構成と塩素等の典型的なエッチャントガスを使用すると、高いパワーデポジションの領域11で形成される励起状態のC1⁺イオン等の短命種は、消滅する前にワークピース14近傍の領域中に拡散することはないだろう。

図1に示すような従来の誘導結合エッチリアクタに係わるもう一つの欠点は、チャンバ10の壁の冷却を含んでいる。エッチングプロセスは、チャンバ温度が狭い範囲に維持されている場合は、通常は専ら安定していて効率的である。しかし、プラズマの形成により、要求される狭い範囲を超えてチャンバ温度を上昇させる熱を発生する。従って、実行されるエッチングプロセスに関連する最適温度範囲を維持するために、チャンバ10から熱を取り去ることが望ましい。前述の

ように、これは、チャンバ10の導体性部分34内に形成された冷却チャネル32に冷却媒体流体を流通させ、絶縁チャンバ壁30の外部にわたって空気を流すことにより行われるのが通常である。チャンバ壁を形成するために通常使用される石英やセラミック等の電気絶縁材料は低い熱伝導率を示すという点で、問題が生ずる。従って、このチャンバ壁は熱絶縁性であって、チャンバ10の内部から熱を集めて壁の外側にわたって流れる空気中に出すための理想的な熱伝達媒体にはなり得ない。その結果、チャンバ温度は、チャンバ10からの熱伝達が遅いので、絶縁チャンバ壁近傍の領域で所望の範囲よりも変動する傾向にある。この温度変動は、効率的なエッチング処理に要求される前記狭幅範囲を上回ることがしばしばである。加えて、これらの過剰変動が別の問題を引き起こしてしまう。上述したように、エッチング副生成物は、エッチングプロセス中に、チャンバ壁上に堆積しがちである。絶縁チャンバ壁30を空冷することによりチャンバ温度の制御を試みる際、チャンバ壁とその内面に形成される副生成物層の温度は（高低を）繰り返す傾向がある。この繰り返しがエッチング副生成物材料層内に熱応力を発生させ、その結果、割れて、壁から剥離し、チャンバに落下する材料片を生ずる。緩い堆積材料はワークピースを汚染し、さもないと、チャンバの底にたまるので頻繁なチャンバ洗浄が必要になる。

最高のパワーデポジションを有する領域中にエッチングプロセスガスを直接噴射することがしばしば望ましい。図1に示す従来のエッチリアクタでは、これらの領域11はコイル12の直近にある。しかし、ガス噴射ポート26に適合する路を、誘導コイル12を物理的に干渉しないで、高いパワーデポジションのこれらの領域近傍にあるチャンバ壁内に形成することはできない。このように、ガスは、コイル12の頂部か、コイル下方の空白部分の何れかで噴射されなければならない。可能な場合は、これらのポート26からのガスの流れを高いパワーデポジションの領域11に向けることができるが、この方法は、これらの領域でのエッチャントガスの最適濃度を確保するには不十分であることが判明した。

従来の誘導結合RFプラズマエッチリアクタも、従来の容量結合エッチリアクタ（10 Torrまで作動できる）に比して、相対的に低い圧力（例えば、100 mT

orr未満)で作動させなくてはならない。エッチングプロセスはしばしば従来の誘導結合プラズマリアクタの範囲を超える高い圧力で実行される場合に最も良好に働く。更に、絶縁チャンバ壁により生成されるインピーダンスを克服するため、及び内部のプラズマに点火してプラズマを持続するように十分なパワーを更に提供するために、比較的高いRFパワーレベルを供給しなければならない。よって、大容量のRF電源を使用しなければならない。

従って、チャンバの内側に堆積する導電性エッチング副生成物により悪影響を受けないRFプラズマエッチリアクタが必要である。更に、ワークピース表面でのイオン衝突を最適化する自己バイアス電圧を生成するとともに、チャンバ壁の形状により与えられる制約もなくチャンバ内にパワーデポジションを作ることができることが望ましい。更に、このエッチングリアクタは、エッチング処理を最適化して堆積物の剥離を防止する狭い温度範囲内に維持され得るチャンバ壁を有することが好ましいであろう。また、チャンバ壁のどこでもガス噴射インレットが交換可能であることも望ましい。そして、結局、このエッチリアクタは、約10.0 mTorr過剰な圧力で、従来の誘導結合RFプラズマエッチリアクタのコイリアクタに供給される必要なパワーレベルより低いパワーレベルを用いて、操作可能であることが望ましいであろう。


発明の概要

記載した目的は、導電性の壁と、エッチチャンバの内部に面した壁の一部を形成する保護層とを備えるエッチチャンバを有するRFプラズマエッチリアクタにより実現される。この保護層は、チャンバ内に形成されるプラズマによる、チャンバ壁からの材料のスパッタリングを防止する。この保護層がないと、壁からスパッタされた材料は、エッチングプロセス品質を落とし、エッチングを受けるワークピースを汚染し、それによりその上で生成中のデバイスを損傷することになる。好ましくは、導電性チャンバ壁はアルミニウムで製作され、保護層は酸化アルミニウム(すなわち、陽極化アルミニウム)である。しかし、保護層も、炭化ホウ素等の導電性セラミック材料であってもよい。また、エッチリアクタは、エッチチャンバ内に配設された誘導コイルアンテナを有し、このコイルアンテナ

ナを発生して、誘導結合によりプラズマを発生する。チャンバ壁と同様に、誘導コイルアンテナは、アンテナを成形する材料がプラズマによってスパッタリングすることを防止するように構成されている。例えば、コイルアンテナを、炭化ホウ素等の導電性セラミック材料で全体を製作することもでき、或いは導電性セラミック材料で成形される外側ジャケットを備える金属コア（例えば、アルミニウム）を有するように構成することもできよう。更に、コイルアンテナが中空の内部チ

ャネルを有するチューブ構造を有することもできるだろう。このチャネルは、アンテナを冷却するとともに、既に説明した温度範囲内にそれを保つために、中を通過する冷却媒体流体の流れを持続するために使用される。

上記エッチリアクタは、従来の誘導結合プラズマエッチリアクタを凌ぐ多くの利点を有している。誘導コイルアンテナは、エッチチャンバの外側周りに巻かれるのではなく、エッチチャンバの内側にあるので、チャンバ壁の内面に堆積する導電性のエッチング副生成物は何れもプラズマに誘導結合されるパワーの量に影響を及ぼすことはない。このことは、後で詳細に検討する接地された導電性チャンバ壁の使用と組み合わせられて、前述のプラズマ特性の望ましくない変化を防止する。そのうえ、内部誘導コイルアンテナを使用することは、チャンバの形成に対するアンテナの形状と向きに関する懸案を解決する。チャンバは、コイルアンテナの形状と向き、そしてチャンバ内の対応するパワーデポジションパターンに関する前記考慮に係わりなく、有利な何れの形状（例えば、ドーム形、円錐台形、又はそれらの任意な組み合わせ）も採用することができる。同様に、コイルアンテナは、所望のパワーデポジションパターンを達成するのに必要などのような構成（例えば、位置、形状、向き）も採用することができる。先に検討したように、所望のパワーデポジションパターンは、チャンバ内でエッチング処理を受けるワークピースの表面近傍で、最適なプラズマ特性を与える。これらプラズマ特性には、とりわけ、プラズマイオン密度、プラズマイオンエネルギー、イオン指向性、そしてエッチャント種組成が含まれる。所望のパワーデポジションパターンを達成するための可能性のあるコイルアンテナ構成の各実施例は、RFパワーの単

一ソースによりRFパワーを供給される一体型構造（つまり、連続スパイラル状に巻回された一つの導電体）でコイルアンテナを製作すること、又はセグメント化構造でアンテナを製作することを含む。このセグメント化構造は、少なくとも2個のコイルセグメントの使用を伴い、そこでは、各セグメントが他のセグメントから電氣的に隔離されて別々のRFパワー信号に結合される。個々のパワー信号は、多数の調整可能な出力を有する一体型RFソース、又は複数の別々な調整可能RFソースから得られることができる。一体型コイルアンテナ又は各コイルセグメントは、平坦形、円筒形、形、ドーム形、又はそれらの任意の組み合わせ

形状を有することができる。加えて、それらを、必要に応じて、チャンバ内に方向付けして配置し、所望のパワーデポジションパターンを達成することができる。

本発明に従い構成されるエッチリアクタの他の利点は、アルミニウム製等の導体性チャンバ壁に係わる。導体性コイルアンテナは、エッチチャンバの内側に配置されるので、チャンバの外側周りにアンテナが巻かれる場合のように絶縁材料でチャンバを作る必要がない。チャンバ壁の導体性材料は、幾つかの理由で選択される。第一に、導体性壁は接地できるということである。この場合、壁は、RFパワーのソースに接続されてワークピースの表面にバイアス電圧を生成する前述のワークピース支持ペDESTALのための接地体（つまり陽極）として働くことができる。チャンバ壁の内側表面積は、ペDESTALの外側表面積を大きく上回る。従って、より大きな負のバイアス電圧が結果として生じ、従来の誘導結合プラズマエッチリアクタに比べて相対的に強力なイオン衝突が達成される。その上、チャンバ壁は既に導電性なので、リアクタ内で実行されたエッチングプロセスからの、チャンバ壁に堆積する導体性副生成物は、プラズマ特性に逆効果を与えることはないだろう。例えば、エネルギーが付与されたワークピースペDESTALの陽極として作用するリアクタの接地領域と堆積物との電氣的結合により生ずるイオンエネルギー及びRFパワーの容量結合の突然の増加はないだろう。従って、接地された導体性チャンバ壁を内部誘導コイルアンテナと組み合わせて使用することに

より、エッチングプロセスが、チャンバの内部に面した壁を被覆する導体性副生成物もたらず場合であっても、プラズマ特性が変化しないことが保証される。

アルミニウム等の導体性金属でできたチャンバ壁は、石英やセラミックなどの従来から使用されている絶縁材料より、実質的に高い熱伝導率を示す。このことは、結果として、チャンバの内部から、チャンバ壁に形成された冷却チャンネルを通して流れる冷却媒体流体への、熱のより速い伝達をもたらす。従って、狭いチャンバ温度範囲を維持して、堆積物の割れ及びチャンバ壁からの剥離に関連した従来のエッチリアクタの問題を回避することがより容易である。その上、アルミニウムチャンバ壁に冷却チャンネルを形成することが、従来の石英壁に形成するよりも容易で費用がかからない。

更に、コイルアンテナ又はコイルセグメントの位置、形状、及び向き以外の対策を用いて、エッチチャンバ内のパワーデポジションパターンを作り得ることも可能である。例えば、一つ又はそれ以上の接地されたシールド部材（単数又は複数）を、アンテナ又はアンテナセグメントと、ワークピースとの間に置いて、各シールド部材を超えるプラズマの領域に誘導結合されるRFパワーの量を減らすことができるであろう。これらのシールド部材は、接地されたファラデーシールド又は導体性スクリーンの形をとることができるだろう。代わりに、磁界発生装置を使用して、チャンバ内にブロッキング磁界を発生させることもできるだろう。この磁界は、プラズマにより形成されて、誘導コイルアンテナ（又はセグメント）とワークピースとの間を移動することができるエッチャントガスイオンの数を減少させるように方向付けされるであろう。磁界発生装置は、永久磁石或いは電磁石の何れかを含むことができ、誘導コイルアンテナ（又はセグメント）とワークピースとの間を移動することができるエッチャントガスイオンの数を調節するように、発生磁界を変えることができることが好ましい。

別の構想対策は、（使用される場合）コイルセグメントに供給されるRFパワー信号のパワーレベルを個々に選択した上で、エッチチャンバ内のパワーデポジションパターンを作ることを含む。例えば、特定のコイルセグメントに供給される高いパワーレベルを示すRFパワー信号は、低いパワーレベルのRF信号が供

給される他の類似構成のセグメントに隣接する領域と比較して、当該コイルに隣接した高いパワーデポジションの領域を生成する。

本発明に従って構成されるエッチリアクタの更に別の利点は柔軟性に関し、これによりエッチャントガスポート、つまりインレットをチャンバ壁に設けることができる。従来の誘導結合プラズマエッチリアクタにおいては、誘導コイルアンテナが、外側に巻かれたコイルに隣接するチャンバ壁部分へのガスインレットの組み込みを阻害していた。コイルアンテナ直近で形成されるような高いパワーデポジションの領域内にエッチャントガスを噴射したいことがしばしばなので、これは厄介な問題である。誘導コイルアンテナは、本発明によるリアクタのチャンバ内に配設されるので、エッチャントガスインレットの配置におけるこの制限は最早存在しない。このようにして、インレットは、チャンバ壁内側の実際的にど

の場所にも、特に高いパワーデポジションの領域直近の場所に設けることができる。

本発明に従い構成されたプラズマエッチリアクタの上記利点に加えて、チャンバ中に誘導的に且つ容量的に結合されるRFパワーの量は、誘導コイルアンテナ（又はセグメント）及びエネルギーが付与されたペDESTALとに供給されるRFパワーの量を単純に調整することにより変えることができる点が指摘される。例えば、容量結合プラズマは、RFパワーを単独にペDESTAL及び／又は導電性チャンバ壁に提供することにより形成可能である。逆に、誘導コイルアンテナに、又は該当するのであれば個別にパワーが与えられる一つ又はそれ以上のコイルセグメントに、RFパワーを単独に与えて純粋な誘導結合プラズマを形成することができる。さもないと、リアクタは、誘導結合RFパワーと容量結合RFパワーとの任意の所望の混合を用いて運転されることができる。従って、リアクタは、誘導結合モード、容量結合モード、或いはその組合わせで運転されることができる。これは、広いプロセス域にわたって様々なエッチング操作を実行するためにリアクタを利用する機会を提供する。

説明した利点に加えて、本発明の他の目的及び利点が、以下の詳細な説明から、添付図面に関連して見るとき明らかになる。

図面の説明

本発明の特定の特徴、見地及び利点は、以下の説明、付随する請求の範囲第及び添付図面を考慮するとより理解が進むであろう。添付図面の説明を以下に行う。

図1は、円筒チャンバを有する、従来の誘導結合RFプラズマエッチリアクタの断面図である。

図2は、洗浄電極を使用するドーム形チャンバを備える誘導結合RFプラズマエッチリアクタの断面図である。

図3は、本発明の最も好ましい実施形態に従って構成されたRFプラズマエッチリアクタの断面図である。

図4A-Fは、本発明の最も好ましい実施形態に従って構成された、電氣的に隔離されて別々にパワーを与えられる誘導コイルアンテナセグメントを使用した、RFプラズマエッチリアクタの一般化された断面図である。

図5A-Bは、本発明の最も好ましい実施形態に従って構成された、電氣的に隔離されて別々にパワーを与えられる誘導コイルアンテナセグメントとシールド部材を使用し、RFプラズマエッチリアクタの一般化された断面図である。

図6は、本発明の最も好ましい実施形態に従って構成され、電氣的に隔離されて、別々にパワーを与えられる誘導コイルアンテナセグメントと、ブロッキング磁界を生成する磁界発生装置とを使用した、RFプラズマエッチリアクタの一般化された断面図である。

好ましい実施形態の詳細な説明

本発明の好ましい実施形態の以下の説明において、本発明の一部を成し、本発明が実施されることのできる特定の実施形態を図によって示した添付図面を引用する。本発明の範囲から逸脱することなく、他の実施形態も利用することができ、構造上の変更も行なうことができることが分かる。

チャンバの内部に面した壁への導電性エッチング副生成物の蓄積を原因とするプラズマエッチリアクタチャンバ中へのRFパワー誘導結合の減少問題は、幾つかの方法でアプローチできる。例えば、セルフ洗浄プロセスを使用することが

でき、エッチングプロセス自体が行われている間に、チャンバ壁から導電性堆積物が洗淨される。この自己洗淨プロセスは、RFパワーが与えられる電極の使用を含み、これらの電極がチャンバ壁の一部に代替えられる。図2のドーム形チャンバ10'と誘導コイルアンテナ12'とを有するリアクタに示すように、このような電極36が、コイル12'の頂きに配置された中央空白部のチャンバ10'の頂部に配設されることができる。電極36には整合回路網40を介してRFジェネレータ38によりエネルギーが付与される。電極36は、エッチング処理中、ジェネレータ38により低電圧にエネルギーが付与され、導電性エッチング副生成物が電極36又は領域直近で形成されることを防ぐ。この電圧は、エネルギーが付与された電極36がエッチングプロセスに実質的に悪影響を及ぼさない程度

分低いであろう。しかし、チャンバ壁の領域が電極36から遠く離れるほど、洗淨効果は悪化し、導電性堆積物がますます堆積しがちになる。従って、効果的であるためには、多数の電極を用いて、コイルに隣接するチャンバ内面全体が導電性エッチング副生成物の形成から十分に保護されるように、電極を相互に近づけて置かなければならない。しかし、エッチングプロセスに実質的に影響を与えないようにするためには、コイル12'の頂部と底部に単に置かれた電極は、コイル12'近傍のチャンバ壁全体を堆積物の無い状態に保つには不十分な程度の低レベルに保たなければならない。更に、コイル12'近傍の内部に面した壁（すなわち、室内）に、リアクタチャンバ10'中へのパワーの誘導結合と干渉することなく、電極を置くことはできない。従って、このアプローチは、問題を減らしはするが、完全になくすことはできないので、本明細書中で後に検討する他のアプローチほど好ましくはない。

導電性エッチング副生成物の堆積問題に対する他のアプローチは、問題の原因である特定の導電性エッチング副生成物の堆積温度を超える温度まで、チャンバ壁を加熱することを伴う。しかし、このアプローチも同じように欠点がある。図1に示すような通常の誘導結合エッチリアクタのチャンバ壁が加熱され得る最高の実施温度は摂氏約200度である。高い温度は、チャンバへの様々なアクセス

ポイントをシールするために通常に使用される有機物シールを劣化させることになる。前述したエッチングされる金属の幾つかは、摂氏200度を超える堆積温度で導電性副生成物を生成する。例えば、銅及び白金の両エッチングとも、摂氏約600度を超える堆積温度で導電性副生成物を生成する。通常に使用される有機物シールを、金属製のものに置き換えることが可能であるかもしれない。しかし、そのような金属シールは、通常は、一回のエッチング作業に対して有効なだけである。というのは、それら金属シールは、チャンバをシールする能力を損なう高温での金属構造の変化又は物理的変形を受けやすいからである。例えば、典型的なアルミニウムシールは摂氏約400度で変形し、再使用できない。それぞれのエッチング作業の後にエッチリアクタ内のシールを交換しなければならないということは、ほとんどのユーザは受け入れ難い。従って、誘導結合RFパワーの減衰を引き起こす導電性エッチング副生成物の堆積温度が比較的低い例えば、アルミニウムシールを使用する場合であれば、摂氏約400度未満の場合には利用できるが、もっと包括的な解決策が好ましい。

図3は、リアクタチャンバ10'''の内部に面した壁への導電性エッチング副生成物の蓄積が原因であるRFパワーの誘導結合の減少問題に対する最も好ましい解決策に従って構成されたRFプラズマエッチリアクタを示す。従来の誘導結合プラズマエッチリアクタ（例えば図1）と同じように、真空チャンバ10'''はワークピース14を支持するためのペDESTAL16、バイアスRFジェネレータ22、及びワークピース14上にRFバイアスにかかる関連インピーダンス整合回路24、及び所望のチャンバ圧力にチャンバ10'''を排気するための真空ポンプ28が設けられている。しかし、誘導コイルアンテナ44は全く異なる。コイル44は、リアクタチャンバ10'''の外側に巻かれているのではなくて、チャンバの内側に配設されている。これにより、チャンバの内部に面した壁の、導電性エッチング副生成物のいかなる皮膜も届かないところにコイルが配置される。従って、導電性皮膜は、エネルギーが付与されたコイル44（又は、チャンバのプラズマ領域中に指向された少なくとも一部）により生成された磁界を減衰することはできず、そのため、この領域へのRFパワーの誘導結合に減少はない。

その結果、プラズマ特性に対する悪影響、又はチャンバ内のプラズマを点火して維持する困難さはない。無論、コイル44は、エッチング処理中にエネルギーが付与されるので、パワーの誘導結合と干渉するかもしれないエッチング副生成物はその上にはないだろう。更に、アンテナがチャンバの内側にあるので、より低いレベルのRFパワーを用いてプラズマを生成できる。なぜなら、チャンバ壁のインピーダンスは、従来の誘導結合プラズマエッチリアクタを含む場合のように、克服される必要がないからである。

チャンバ10'の頂上部近くに配設された、一体型で平坦な構成を備える内部コイル44を図3に示す。コイルの本実施形態は、電氣的に連続したスパイラル状に巻回された導体から構成されているという点で一体型である。しかし、その代わりにコイルは、チャンバ内で様々な形状と配置をとり得る。この上、コイルはセグメント化されることができ、それらのセグメントは電氣的に隔離されて別々にパワーを与えられる。図4A-Fは、これらのセグメント化されて別々にパワーを与えられる内部コイルの実施例である。これら実施例のすべてが、第1コイルセグメント46a-fと第2コイルセグメント48a-fとを有するコイルを図示している。第1コイルセグメント46a-fには、第1RFパワージェネレータ50a-fと第1インピーダンス整合回路網52a-fとを有する外部RFパワーソースを介してエネルギーが付与される。第2コイルセグメント48a-fは、第2RFパワージェネレータ54a-fと第2インピーダンス整合回路網56a-fとを有する外部RFパワーソースを介してエネルギーが付与される。別々のパワーソースが示されていて、RFパワーを、コイルセグメント46a-f、48a-fのそれぞれ及びペデスタル16に供給する。このことは、パワーの量と周波数とを、これらの部材のそれぞれに対して個々に設定することを可能にする。例えば、異なるコイルセグメントに接続されてプラズマイオン密度の空間分布を調整する別々のRFパワージェネレータにより、異なるRFパワーレベル又は周波数をそれら異なるコイルセグメントに適用してもよい。上記部材のうちの幾つか、又は所望であればすべてに、共通パワーソースを設けることも可能であろう。この共通パワーソースは、個々の部材に、別々のパワーレベルと周波

数でRFパワーを提供する能力を備えていることが好ましい。図4A-F（同じく図3の一体型コイル）で図示により示された各コイルセグメントの巻き数は単に例示目的のためである。コイル又はコイルセグメントは、実際にどのような数であってもよい。

図より明らかなように、図4A-Fのそれぞれに示すリアクタ間の主な相違はコイルセグメント46a-f、48a-fの形状と位置である。図4Aで、第1コイルセグメント46aは、形状が平坦であって、チャンバ10'''の頂部近傍に配設され、一方、第2コイルセグメント48aは形状が円筒形であって、チャンバの側壁付近に配置される。図4Bで、コイルセグメント46b、48bは両方とも平坦であって、チャンバ10'''の頂部付近に配置されており、第1セグメント46bは、第2セグメント48bの中央空白部と同心でその中に配設されている。図4Cは、第2コイルセグメント48cがチャンバ内の更に下方、ワークピース14の更に近くに配置されていることを除いて、図4Bのコイルセグメント構成とほとんど同じ構成を示している。図4Dのリアクタで、第1コイルセ

グメント46dは、形状が平坦であって、チャンバ10'''の頂部近傍に配設される。第2コイルセグメント48dは、ワークピース14を囲むように配置された逆円錐台形状を有している。図4A-Dのリアクタは、円筒形チャンバ10'''で示されている。しかし、この点はそうである必要はない。誘導コイルアンテナはチャンバ10'''の内側にあるので、チャンバの形状は、プラズマに及ぼす影響を最適化するように作ることができる。言い換えると、コイルの形状は、チャンバ設計時にもはや重要な課題ではなく、従って、チャンバは、任意の適切な構造、好ましくは、リアクタにより実行されるユッチング作業のために望ましい特定のプラズマ特性を高める形状に構成されることができる。例えば、図4E-Fは円錐台形チャンバ10'''を備えるリアクタを示している。図4Eでは第1コイルセグメント46eが平坦であって、チャンバ10'''の頂部付近に配設される。第2コイルセグメント48eが円錐台形であって、チャンバ10'''の側壁近傍に配設されている。図4Fのリアクタは、第2コイルセグメン

図4Eが逆円錐台形であって、チャンバ10''内の更に下方、ワークピース14のより近くに配置される点を除いて、図4Eのリアクタに類似する。無論、多くの他のチャンバ形状が可能である。例えば、チャンバはドーム形も可能であろうし、或いは前述のドーム、円筒、円錐台の各形状のうち二つ以上の形状を組み込んだ集合形状を有することもできるだろう。実行されるエッチングのタイプのための所望プラズマ特性を最適化する、特定のチャンバ形状は本発明の範囲が及ぶところではないので、これ以上の詳細はここでは述べない。更に、誘導コイルアンテナ又はそのセグメントを、チャンバ壁に取り付けたり吊下げる等、何れか適切な周知の方法によりチャンバ内に配設することもできる。これらの方法もまた周知であって本発明の新規な局面を形成しないのでこれ以上の詳細は述べない。

図4A-Fは、パワーを与えられる2個の独立したコイルセグメントを有する誘導コイルアンテナを示す。しかし、本発明はこの2個のセグメントに限定はされない。むしろ、任意の数の独立してパワーを与えられるセグメントを使用できる。更に、チャンバの形状と同様に、コイル又はコイルセグメントはどのような有利な形状もとることができる。誘導コイルアンテナは、チャンバ10''の内

側に配設されるので、チャンバの形状に依存せずに、所望されるどのような形状もとることができる。このように、コイルとチャンバ形状との間の前述した交換条件は最早關心事ではない。図3及び図4A-Fに、単に平坦形、円筒形、及び円錐台形のコイルとコイルセグメントを示しているが、本発明はこれらの形状に限定されるものではない。むしろ、コイル又はコイルセグメントは、ドーム形、又は前述の平坦形、ドーム形、円筒形、及び円錐台形のうち二つ以上の集合等、有利などのような形状も持ち得る。加えて、コイル又はコイルセグメントが在るチャンバ内の場所が図示の実施形態に制限される、ということを示す意図はない。コイル又はコイルセグメントを、有利な望ましいどのような構成にでも配置して方向付けすることができる。

誘導コイルアンテナをチャンバ内に配置する著しい利点は、チャンバの形状に由来する制約を受けることなく、パワーデポジションが、チャンバ内で実行され

る意図されたエッチングプロセスのために最適化され得るという点である。コイル又はコイルセグメントを、チャンバの内側に置くことは、パワーデポジションの形成に著しいフレキシビリティを可能にする。コイル又は各コイルセグメントの形状、位置、及び向きのようなファクタは、チャンバ内の最適なパワーデポジションを生成するよう選択されることができる。また、これらのファクタは、リアクタのために構想された特定のエッチングプロセスで予想される拡散特性、及びそのプロセスに伴うエッチャント種の寿命に鑑みても選択され得る。更に、コイル又はコイルセグメントに供給されるRFパワーの量を、パワーデポジション及びエッチャント種分布を調整するために変化させることができ、それにより同じコイル構成で、より広範囲のエッチャント種タイプの拡散特性を受け入れることが可能になる。実行される特定エッチングプロセスのためのパワーデポジションとエッチャント種の拡散とを最適化する特定のコイル又はコイルセグメントの構成と、それに対するRFパワー入力設定は、本発明の範囲が及ぶところではない。従って、これらの詳細をここで検討しない。

チャンバ内のパワーデポジションとエッチャント種拡散パターンとを最適化する努力の中で操作することが可能な形状、位置、及び向き等のコイル関連ファクタに加えて、シールド部材又はフィールドをチャンバ内に導入して、これらのパ

ターンを更に適応させることもできる。例えば、シールド部材又はフィールドを使用して、チャンバの特定領域中のプラズマイオンエネルギーを低下させることもできるだろう。図5A-B（これらは、それぞれ、図4A-Bに関連して説明したリファレンスに対応している）は、コイルセグメントの一つ又はそれ以上と、ワークベースとの間に置かれて部材に隣接してパワーデポジションに影響を及ぼすシールド部材58a-bを示す。このシールド部材58a-bは、ファラデー型シールド又は導体性スクリーンの形態をとるのが好ましい。何れの場合であっても、シールド部材58a-bは接地されている。接地された部材58a-bは、隣接する一つの又は複数のセグメントが発生する磁界を減衰し、それによりシールドの他方側のプラズマへのRFパワーの誘導結合を減少させる。この方法においては、シールド部材58a-bを超える領域のパワー分布は所望されるように減

らされて、例えば、その領域でのプラズマイオンエネルギー減少させることができる。図5Aでは、円筒シールド部材58aを円筒形の第2コイルセグメント48aに隣接して使用して、チャンバ10'''の中心にあるプラズマ領域に、このセグメントにより誘導結合されるRFパワーを減らす。これは、コイルセグメントのうちの一つだけが実質的な影響を及ぼす場合の実施例である。図5bは、多重コイルセグメント(multiple coil segments)(この場合は二つ)からの誘導結合RFパワーが、シールド部材58bを用いて減衰される場合の実施例である。このシールド部材58bは、第1と第2のコイル部材46b、48bの下方、チャンバ内に水平に置かれる。この水平位置は、シールド部材58bの反対側のワークピース14上に直接広がるプラズマ領域への、各セグメント46b、48bにより誘導結合されるRFパワーの減少を引き起こす。このように、シールド部材はリアクタ内で使用されるコイルセグメントの一つ又はそれ以上、又は全てに影響を及ぼすために使用される。更に、所望の場合、二つ以上のシールド部材を使用し、このタスクを達成することができるだろう。

RFパワーポジションを操作する代替の方法は、チャンバ中に第2の磁界を導入することである。図6に示すように、これは、チャンバ10'''の外側に磁界発生装置60を追加することにより達成できる。発生装置60は、電磁石又は永久磁石の何れかを含むことができ、イオンの通路をブロックする磁界を、チャン

バ10'''内に生成する。このようにして、ブロッキング磁界が、誘導コイルアンテナ44(又は、本発明の幾つかの実施形態でのケースである、誘導コイルアンテナのセグメント)とワークピース14との間をかけられると、イオンが、ワークピース14に達することが防止される。この磁界が強いほど、ワークピースの表面を貫通して衝突できるイオンは少ない。発生装置60は、ブロッキング磁界の強さを変えるために調整可能であることが好ましい。この方法において、ワークピース14まで貫通するイオンの量は調整可能である。従って、イオン密度やイオンエネルギー等のイオン特性は、ブロッキング磁界の強さを調節することにより、ワークピースの表面で制御されることができる。

誘導コイルアンテナをチャンバ内に置く更に別の利点は、チャンバを絶縁材料

で製作する必要があるという点である。前述のように、チャンバ壁の、誘導コイルの下部分は、チャンバ中へのRFパワーの誘導結合を減らすであろう、コイルにより生成された磁気の実質的な減衰を防止するために、通常は石英又はセラミックである非導電材料で製作しなければならない。チャンバ内側のコイルにより、この問題は最早考慮すべき問題ではない。従って、チャンバ壁は、アルミニウム等の導電材料で製作できる。チャンバ壁を導電性にする事で、多くの望ましい結果が得られる。先ず、図3に示すように、チャンバ10''は接地されることができ、ペDESTAL 16を介して供給されるRFパワーのための接地体として働く。チャンバ壁の表面積は、先に使用した接地面積よりも実質的に広い。更に、この導電性の接地されたチャンバ壁の内側表面積は、RFエネルギーを与えられるペDESTAL 16のそれを大きく超えるだろう。これは、より大きな負のバイアス電圧を生成し、それにより、ワークピースの表面に、より最適なプラズマイオンのエネルギーと指向性とを生み出しやすくする。

導電性チャンバ壁を使用する他の利点は、導電性堆積物がチャンバの接地領域と電氣的に結合したときに生ずる電圧シフトによりプラズマ特性（例えば、プラズマイオンエネルギーや指向性）が悪影響を受ける、という導電性副生成物の堆積を原因とする問題を解決する点である。チャンバ壁は既に導電性であり、接地されているので、壁の内面への更なる導電性材料の堆積は無関係であり、バイアス電圧及びプラズマ特性に何等の影響も及ぼさない。

導電性チャンバ壁の使用に関して検討される最後の利点は、このような壁が提供する高められた冷却能力である。アルミニウムできたチャンバ壁は、従来の誘導結合プラズマエッチリアクタの石英壁と比較して、より高い熱伝導率を示す（例えば、石英の 0.8W/mK に対しアルミニウムは 204W/mK ）。更に、冷却チャンネル32は、アルミニウムチャンバ側壁内に容易に形成されるとともに、チャンバ全体がアルミニウムでできているので、冷却チャンネルをチャンバ壁全体にわたって分布させることができる。これにより、従来の誘導結合RFプラズマエッチリアクタで必要であった、チャンバ壁の外側を冷却する必要がなくなる。冷却媒体を、内部冷却チャンネルを介して流すことは、熱伝達の極めて効率的な方法である。

その結果、チャンバ内部から、チャンバ壁に形成された冷却チャネル32内を流れる冷却媒体流体への熱伝達により速い。熱伝達のこの高められた速さにより、チャンバ温度の変動が非常に少なくなる。その結果、チャンバ温度は、効率的なエッチング処理を確保するためとチャンバ壁から割れて剥離する汚染堆積物を阻止するためとに必要な、狭い範囲内に容易に維持される。

しかし、アルミニウム等の金属でできた導電性チャンバ壁は、潜在的な欠点を有している。これらの材料は、あるエッチング処理条件の下ではスパッタされる傾向がある。スパッタされて壁から離れた材料は、ワークピースを汚染して、その形成されるデバイスを損傷する可能性がある。この潜在的な問題は、図3に示すように、チャンバ壁の内面にわたって保護皮膜45を形成することにより防止される。この皮膜45は、プラズマの効果に耐性を有するように設計されるので、導電性材料のチャンバ10'の中へのスパッタが防止される。更に被膜45は、壁が示す電氣的及び熱的な特性に実質的ではない効果を有するように設計4される。チャンバ壁がアルミニウムである場合、内面が陽極化されることが好ましい。(つまり、酸化アルミニウム層で被覆される) この陽極化アルミニウム層は、上述した保護特性を提供することになる。代わりに、チャンバの内部に面した壁を被覆するために導電性セラミック材料を選択して、壁上でのスパッタリングと表面反応とを防止することができるだろう。例えば、炭化ホウ素は適切な選択である。

同じようなスパッタリング問題が、前述の誘導コイルアンテナ又はセグメントに伴って存在する。コイル又はコイルセグメントが金属で形成されると、プラズマによるこの金属の望ましくないスパッタリングがワークピースを汚染するであろうし、コイル構造を急速に腐食するであろう。一つの解決策は、炭化ホウ素のような導電性セラミック等の「非スパッタリング」導電性材料でコイル又はコイルセグメントを作ることである。他の可能性は、「被スパッタリング皮膜で囲まれた金属コアを使用することであろう。例えば、炭化ホウ素のジャケットで被覆されたアルミニウムコアである。どちらの実施形態においても、コイルは、プラズマのスパッタリング効果から保護され、ワークピースのどのような汚染も防止

される。また、エッチング処理中のコイルの温度をしばしば調節しなければならぬとも注目される。そのような場合、コイルを中空のチューブ状構造で構成することができる。これは、コイルの内部により形成されるチャンネルを通して冷却媒体流体が圧送されることが可能になり、それによりコイルが冷却され、所望の作業温度が維持される。

更に、誘導結合プラズマエッチリアクタのチャンバ内に誘導コイルアンテナを配置することの更なる別の利点は、最早エッチャントガスポートをどこに配置し得るかをコイルによって決定されることがないという点である。前述のように、エッチャントガスポートは、そのようなガス噴射ポートにエッチャントガスを供給するために必要なチャンネルの形成及び給送構造と、コイルが物理的に干渉するという理由で、外部誘導コイルに隣接するチャンバ壁に配置できない。これは、外部コイルに隣接するチャンバ壁のちようど内側に形成されるような高いパワーデポジションの領域中に、エッチャントガスを導入することがしばしば望ましいので、不利である。コイルは、チャンバ壁を介しての、チャンバ内部へのアクセスを最早ブロックしないので、噴射ポートを配置可能な場所が著しく増える。結果として、ガス噴射ポートは、エッチャントガスが高いパワーデポジションの領域付近に、又はそれらの領域から離れて導入されるように配置されることができ。例えば、図 3 は、コイルアンテナ付近の高いパワーデポジションの領域 47 にガスを噴射できるように、誘導コイルアンテナ 44 近傍に配置されたガス噴射ポート 26 を示す。従って、本発明に従って構成されるリアクタにより、可能なポート配置は、融通性があるに高い。

このように、詳細に説明した、本発明に従って構成されたエッチリアクタの利点に加えて、リアクタが容量結合モード、誘導結合モード、又はそれらのどのような組み合わせでも運転できるという点も指摘される。図 3 及び 4 A - F を再度参照すると、RF パワーをコイルアンテナ 44 又はセグメント 46、48 に供給せずに、ペDESTAL 16 に RF パワーを供給する場合、リアクタは容量結合モードで作動する。これは、ペDESTAL 16 と導電性部分 34 との間の、前述の不適切な面積比が原因となり、従来の誘導結合プラズマエッチリアクタでは不可能であ

る。従来のリアクタで通常に見いだされる面積比は、チャンバ内にプラズマを生成するには不十分であることが判明している劣った容量パワー結合を生成する。

代わりに、RFパワーをペDESTAL 16に供給せずに、コイルアンテナ44又はセグメント46、48に供給することもできるだろう。こうして、リアクタは誘導結合モードで作動することになる。

誘導結合は、約1 mTorr～100 mTorrの圧力でより効率良く、他方、容量結合は、約100 mTorr～10 Torrの圧力でより効率良い。幾つかのエッチングプロセスは、誘導結合と一貫して、より低い圧力で最良に実行され、その他のエッチングプロセスは、容量結合と一貫して、より高い圧力で最良に実行される。本発明に従って構成されるリアクタは、従来の誘導結合又は容量結合プラズマエッチリアクタの何れよりも高い融通性を有する。なぜなら、それは、より広い圧力範囲にわたりエッチング処理をサポートできるからである。更に、誘導結合は、より多くのイオンを発生する一方、容量結合より多くの中性種を生成する。異なるエッチングプロセス又はステップは、所望される結果により、より多くのイオン又はより多くの反応性中性種を要求することが多い。本発明に従い構成されるリアクタは、従来の誘導結合又は容量結合エッチリアクタではできない方法で、プラズマの組成を制御することができる。なぜなら、チャンバ10中に誘導又は容量結合されるRFパワーの量は、ペDESTAL 16と内部コイルアンテナ44（又はアンテナセグメント46、48）とに供給されるパワーの量を変えることにより、容易に変えることができるからである。例えば、エッチングプロセスの幾つかは、イオン-リッチプラズマを生成するためにより多くの誘導結合で実行されることができ一方、その他のステップは、反応性の中性-リッチ

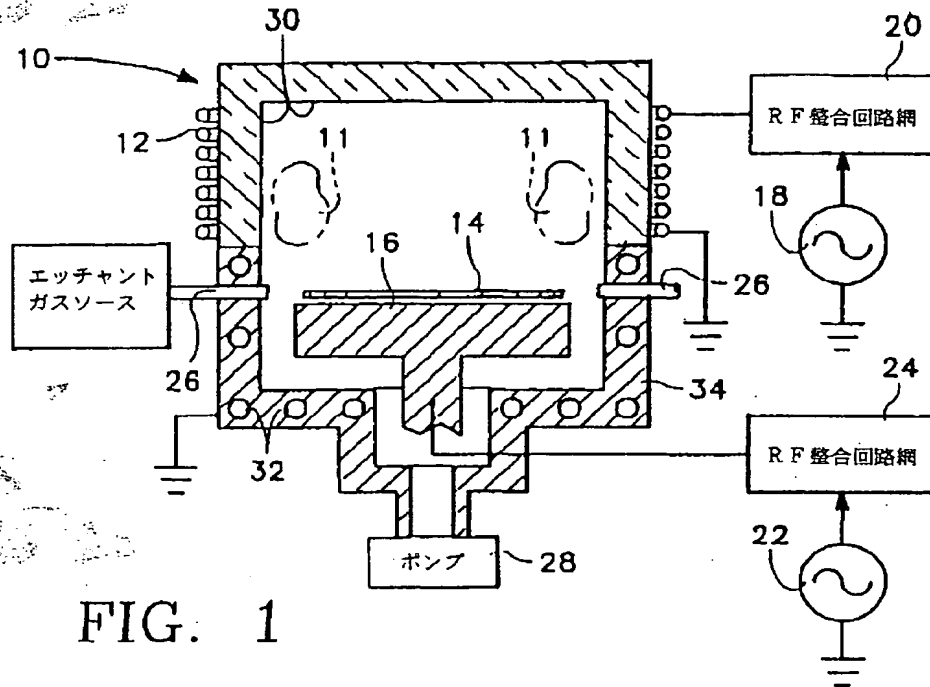
プラズマを生成するためにより多くの容量結合で実行されることができ。更に、誘導コイルアンテナ44（又はセグメント46、48）は、プラズマを持続するために使用される唯一のソースである必要はない。むしろ、プラズマは、エネルギーが付与されたペDESTAL 16を使用して、容量結合により少なくとも部分的に持続され得る。これは、アンテナ（又はセグメント）に供給されるRFパワーを適応させて、プラズマを持続するのに必要なパワーに係わりなく、所望のエッ

チャント種を生成することを可能にする。

本発明は、好ましい実施形態を特に引用して詳細に説明したが、本発明の真の精神と範囲から逸脱することなく、それらの変更や修正できることは言うまでも

ない。

【図 1】



【 図 2 】

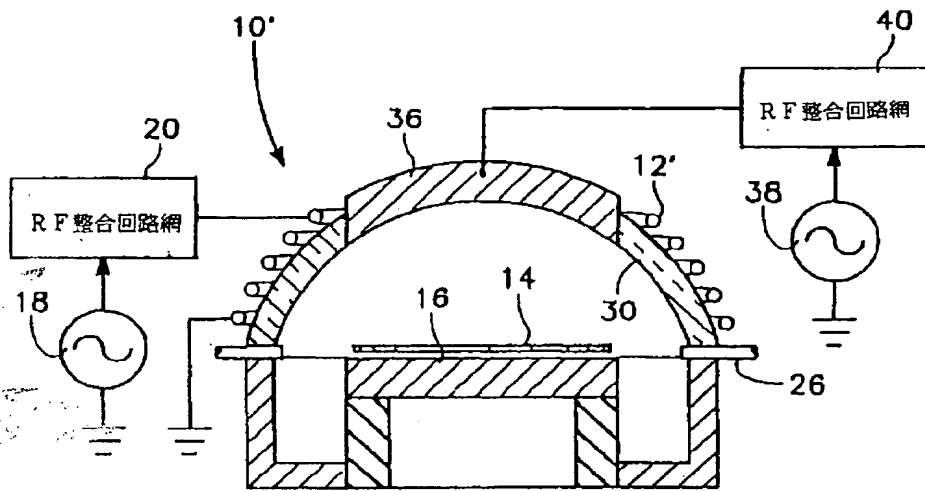


FIG. 2

【図 3】

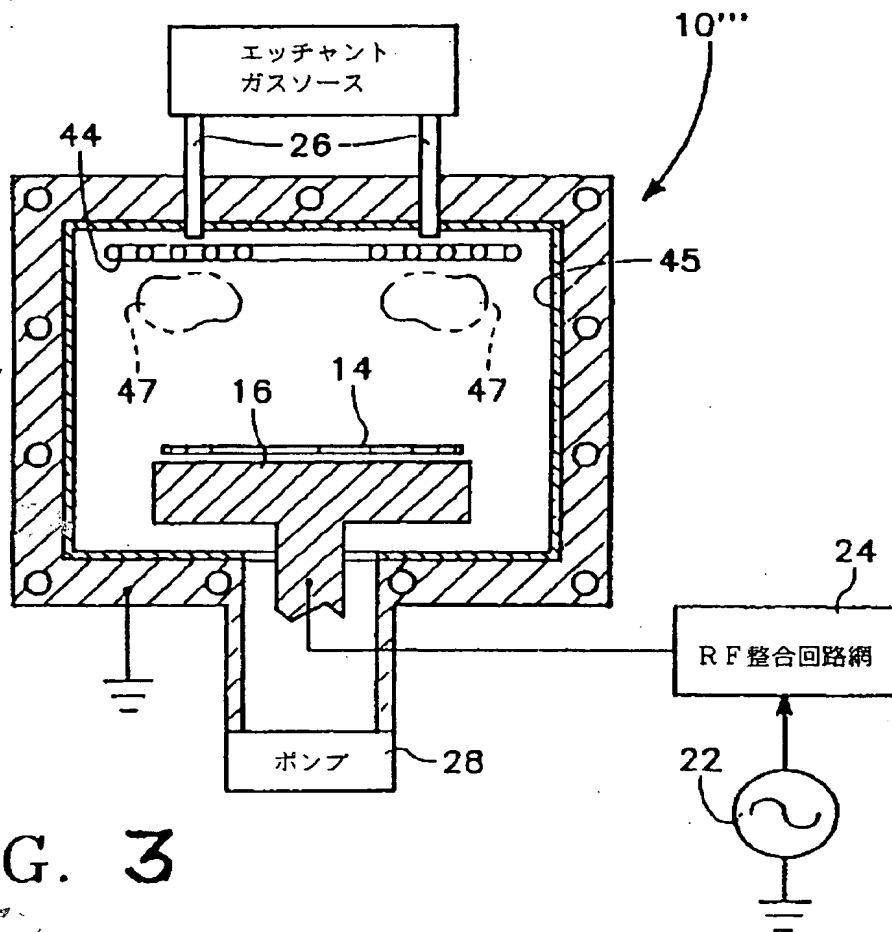


FIG. 3

【 図 4 】

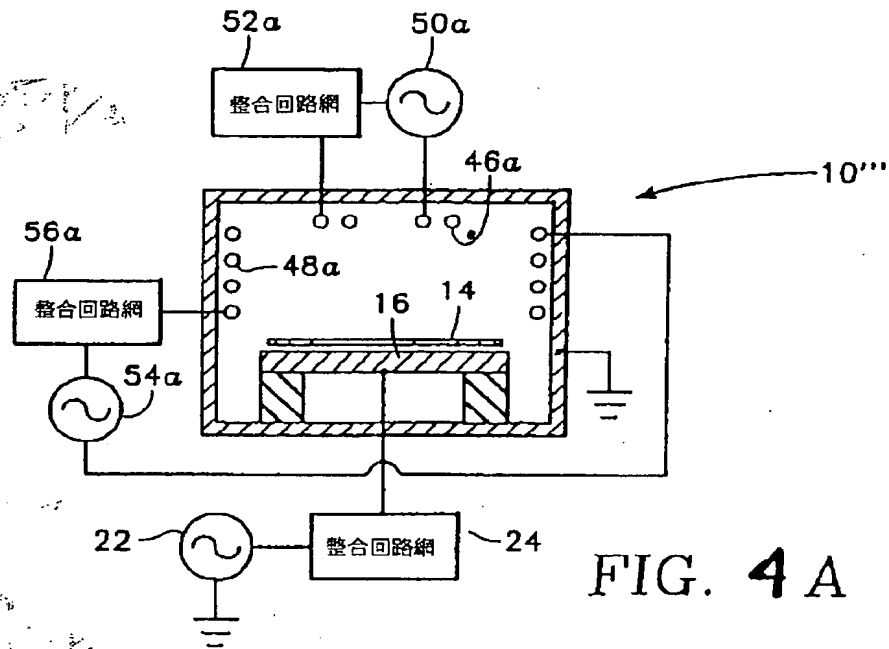


FIG. 4A

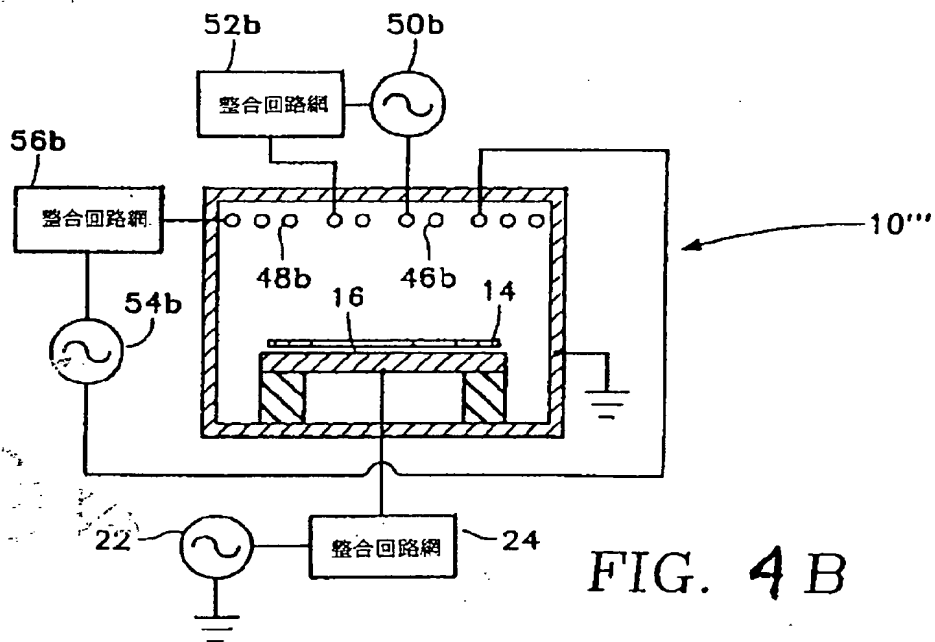


FIG. 4B

【 图 4 】

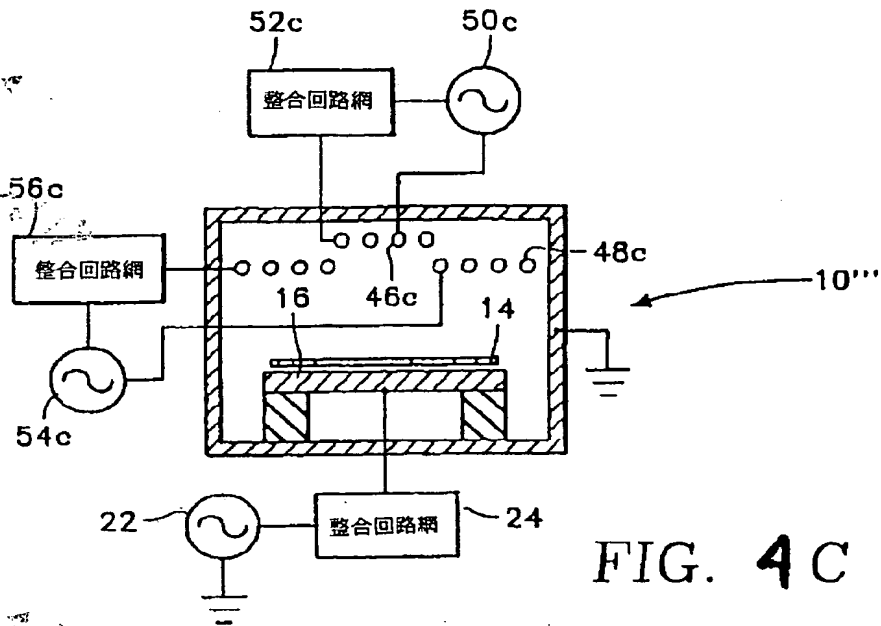


FIG. 4C

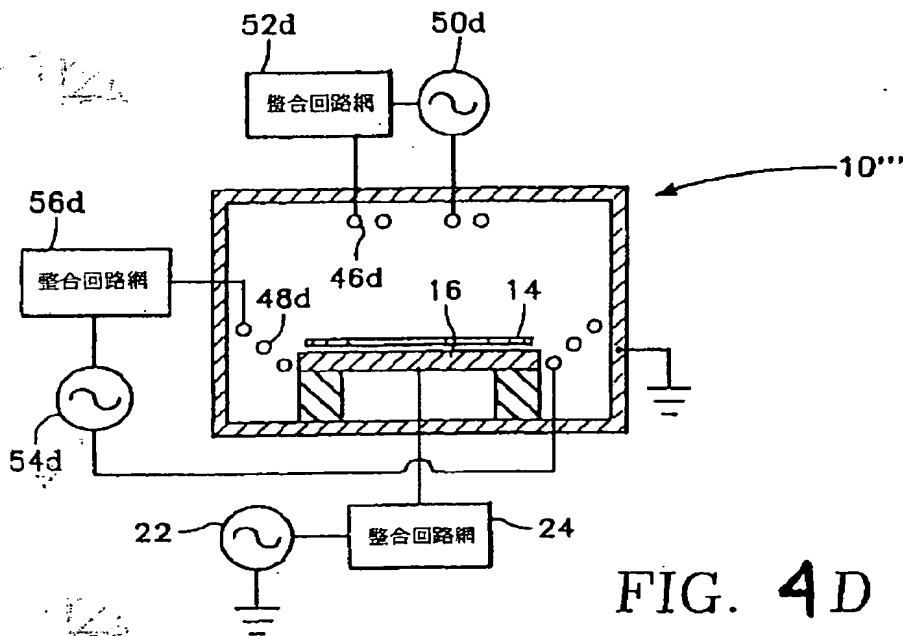
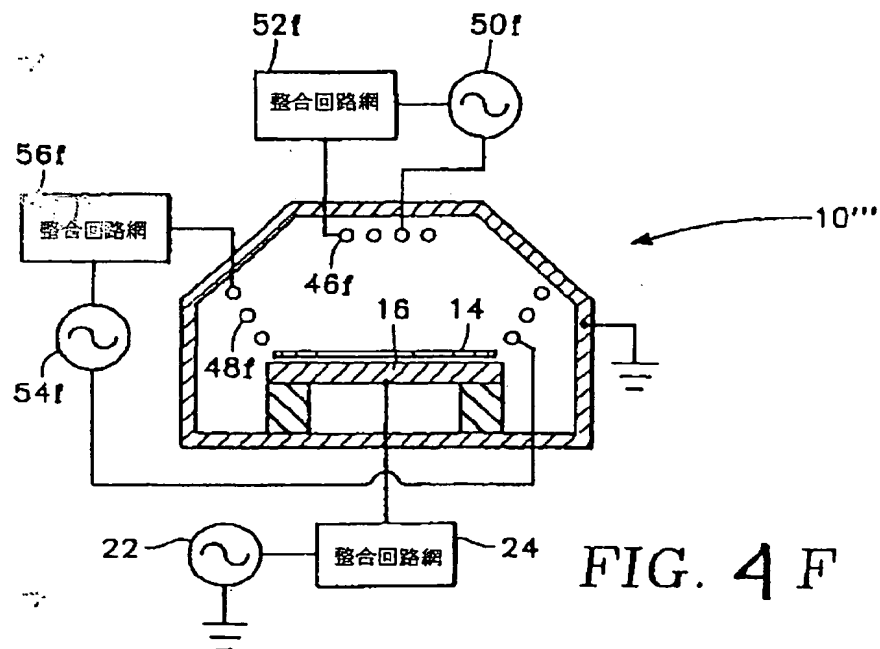
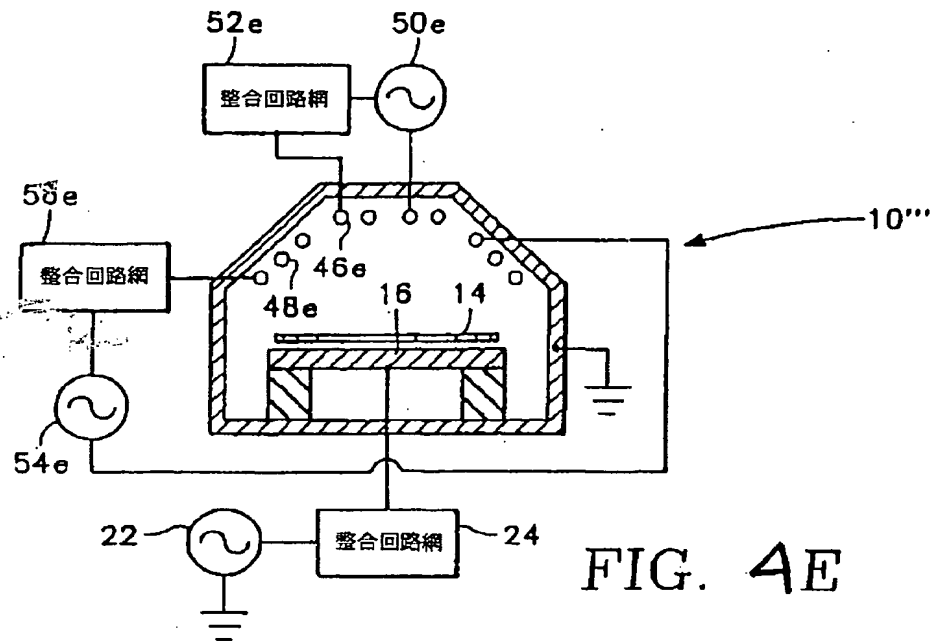


FIG. 4D

【 図 4 】



[圖 5]

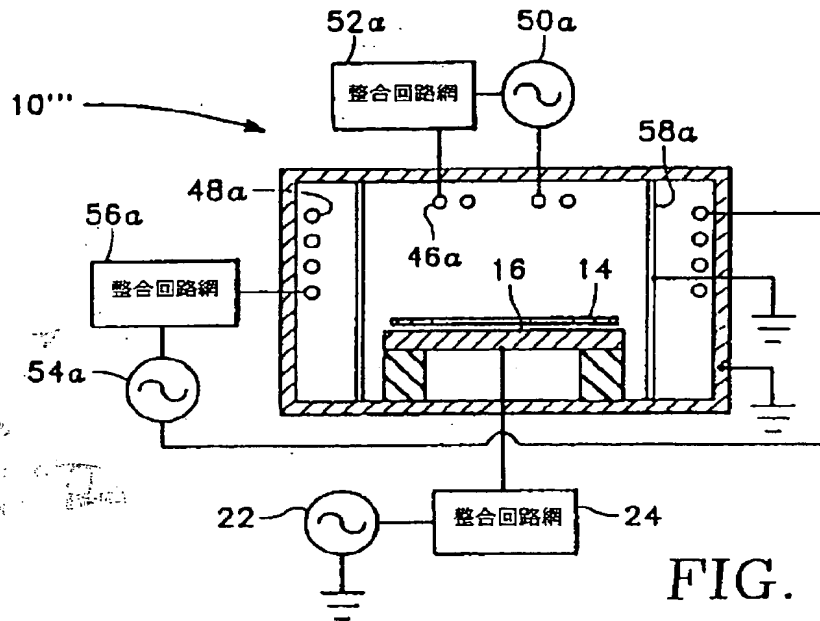


FIG. 5A

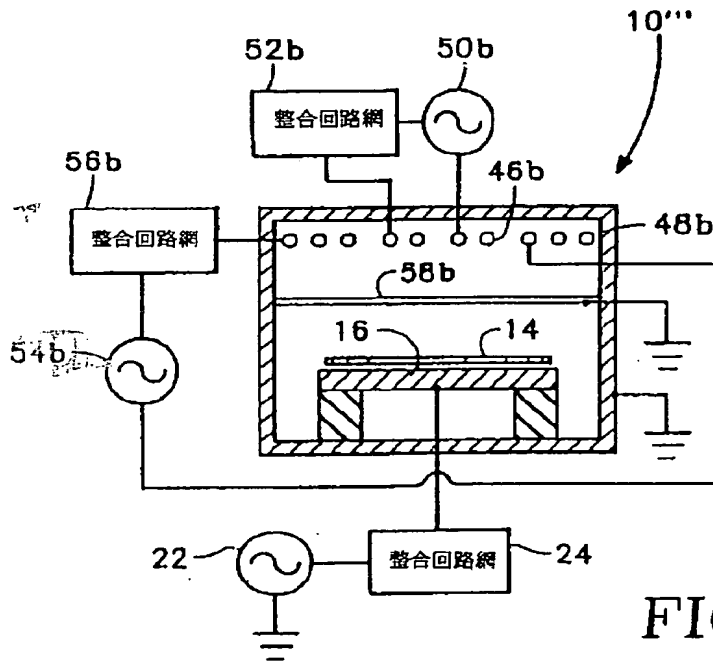


FIG. 5B

【 図 6 】

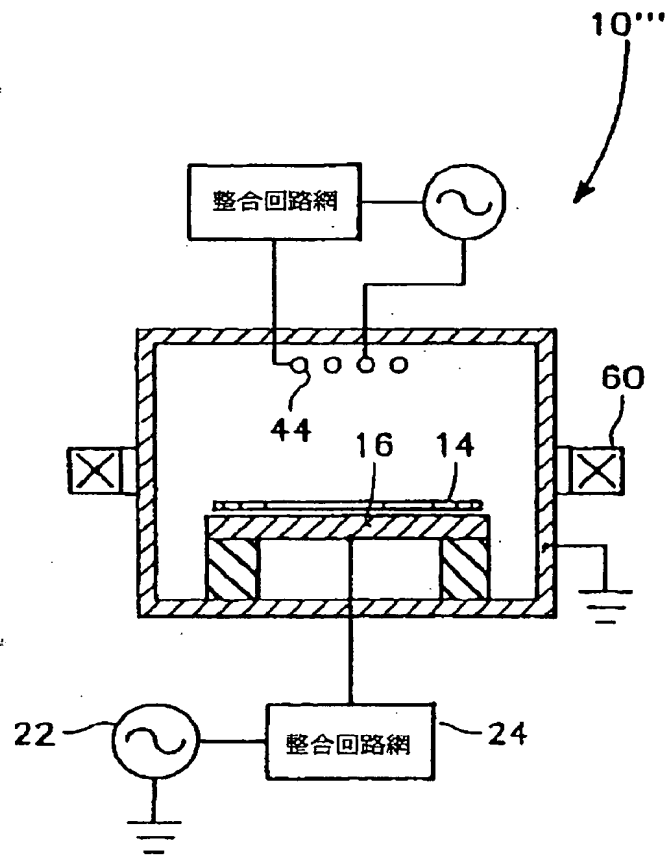


FIG. 6

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 98/11172

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J37/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 591 493 A (MATTHEWS ROBERT T ET AL) 7 January 1997 see column 3, line 52 - column 4, line 59; figures 1,3 see column 5, line 62 - column 6, line 14 ---	1-5,14, 15,23, 24, 44-48,54
Y	WO 91 17562 A (IBM) 14 November 1991 see abstract see page 3, line 29 - page 4, line 9; claim 1; figure 1 see column 5, line 62 - column 6, line 14 ---	1-5,14, 15,23, 24,54

-/-

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E document pertinent but published on or after the international filing date

L documents which may throw doubt on priority claim(s) or which is added to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 July 1998

Date of mailing of the international search report

20. 11. 98

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. Box 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Centmayer, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 98/11172

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 97 08734 A (APPLIED MATERIALS INC) 6 March 1997 see page 41, line 9-34; figures 6,16,18,40,41 see figures 13-18	3-5, 44-48, 52,53
Y	---	6,7,14, 15,23,24
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 545 (E-1617), 18 October 1994 & JP 06 196446 A (NEC CORP), 15 July 1994 see abstract	6,7,23, 24,52,53
Y	---	
Y	US 5,434,350 A (KRAUS WERNER) 18 July 1995 see abstract see figure 1	1-5,54
Y	---	
Y	US 4 491 496 A (STACH LEONARD J) 1 January 1985 see figure 1; examples 1-3	1-5,54

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 98/ 11172

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See additional sheets.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INVITATION TO PAY ADDITIONAL FEES

International application No.

PCT/US 98/11172

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 3-7, 14, 15, 23, 24, 44-48, 52, 53, 63-65

RF plasma etch reactor comprising an inductive coil antenna with a plurality of segments, which are supplied with different power level and frequency, and method of etching, which uses this etch reactor

2. Claims: 37-43, 58-62, 2, 8-13, 21, 22, 6, 7,

RF plasma reactor comprising an inductive coil antenna with unitary structure and method of etching, which uses this plasma reactor

3. Claims: 1, 25-28, 30, 32-35, 54

Plasma etch reactor with structural parts coated with a protective layer and method of etching, which uses this etch chamber

4. Claims: 16-20, 23, 24, 49-51, 66-68, 52, 53, 6, 7

RF plasma etch reactor comprising an inductive coil antenna with a plurality of segments and shielding or blocking means, and method of etching, which uses this etch reactor

5. Claims: 29, 55, 56

bias of pedestal

6. Claims: 31, 57

location of gas inlets

A common concept cannot be seen in a plasma etch reactor having chamber walls with a coating and a plasma etch reactor having a particular inductive antenna because the coating protects the chamber walls whereas the particular inductive antennas are intended to generate a uniform etch profile.

A common concept can also not be recognised for a reactor with a unitary antenna structure and a reactor with an antenna structure with a plurality of segments. There is no common idea behind the unitary and the segmented structure.

INVITATION TO PAY ADDITIONAL FEES

International application No.

PCT/US 98/11172

The bias voltage of the pedestal and the location have nothing to do with each other or the coating or the structure of the antenna.

The subject-matter of claims 1-3 and 54 is obvious with regard to US-A-5 591 493 and WO-A-91/17562.

There is no common idea behind choosing different power levels and frequency for the segments of the antenna and the use of shielding or magnetic blocking elements.

The subject first mentioned in the claims was searched for, i.e. the group of claims comprising claims 4 and 5.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 98/11172

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5591493 A	07-01-1997	US 5580385 A	03-12-1996
		DE 69504254 D	01-10-1998
		EP 0690666 A	03-01-1996
		JP 8195297 A	30-07-1996
WO 9117562 A	14-11-1991	DE 69024584 D	08-02-1996
		EP 0527133 A	17-02-1993
		JP 6056842 B	27-07-1994
		JP 5502336 T	22-04-1993
WO 9708134 A	06-03-1997	EP 0847591 A	17-06-1998
US 5434353 A	18-07-1995	DE 4241927 A	16-06-1994
		EP 0601595 A	15-06-1994
US 4491496 A	01-01-1985	FR 2538987 A	06-07-1984
		DE 3471819 A	07-07-1988
		EP 0115970 A	15-08-1984

フロントページの続き

- (72) 発明者 テップマン, アヴィ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 クバ
ティノ レインボウ ドライヴ 21610
- (72) 発明者 マ, ダイアナ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サラ
トガ キルト コート 19600
- (72) 発明者 イン, ジェラルド
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 クバ
ティノ ビルダ プレイス 10132
- (72) 発明者 ローヴェンハルト, ピーター
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サン
セバスティアン ドライヴ 1862
- (72) 発明者 マク, スティーヴ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 クバ
ティノ スコフィールド ドライヴ
20835
- (72) 発明者 マク, スティーヴ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 プレ
ザントン モンテヴィーノ ドライヴ
878

【要約の続き】

は各コイルセグメントは、平坦形、円筒形、円錐台形、
円錐形、又はそれらの組み合わせ形状を有する。導電壁
は接地されて、ワークピース支持ペDESTALのための接
地体(すなわち陽極)として働き、ペDESTALは、RFパ
ワーのソースに結合されて、ワークピースの表面でバイ
アス電圧が生成される。